

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
І ВИРОБНИЦТВ**

Текст лекцій

для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

**Х а р к і в
2019**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
І ВИРОБНИЦТВ**

Текст лекцій

для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

Затверджено редакційно-видавничою
радою НТУ «ХП»,
протокол № 3 від 06.11.19

Х а р к і в
НТУ «ХП»
2019

УДК 66.09:004.424(042.3)

A 22

Р е ц е н з е н т и:

О. Г. Руденко, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем ХНУРЕ

Л. М. Любчик, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри комп'ютерної математики і аналізу даних НТУ «ХПІ»,

А в т о р и:

А. О. Бобух, к. т. н., доцент.; М. О. Подустов, д-р техн. наук, професор;

О. М. Дзевочко, к. т. н., доцент.; С. Д. Деменкова, асистентка;

А. М. Переверзева, аспірантка.

A22 Автоматизація технологічних процесів і виробництв: текст лекцій / А. О. Бобух, М. О. Подустов, О. М. Дзевочко, С. Д. Деменкова, А. М. Переверзева .Харків: НТУ «ХПІ», 2019. 92 с.
ISBN

У тексті лекцій розглядаються теоретичні, методологічні та практичні методи вивчення, розробки і реалізації систем автоматичного контролю та управління технологічними процесами і виробництвами відповідно до підготовки студентів 4 курсу за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Іл. 6 . Табл.4 . Бібліогр. 17 назв

УДК 66.09:004.424(042.3)

ISBN

© А. О. Бобух, М. О. Подустов, О. М. Дзевочко,
С. Д. Деменкова, А. М. Переверзева. НТУ «ХПІ», 2019
© НТУ «ХПІ», 2019

Вступ

Автоматизація технологічних процесів і виробництв із складними та різнобічними технологіями повинна мати чітке та точне формулювання основних понять, щоб забезпечити підвищення вимог до економії паливно-енергетичних ресурсів і охорони навколишнього середовища та вимагає підготовки студентів, які досконально знають технічні засоби і принципи автоматизації.

Навчальна дисципліна «Автоматизація технологічних процесів і виробництв» є однією із провідних у безперервній підготовці студентів 4 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», вид дисципліни – професійна підготовка за спеціалізацією 151.01 «Комп'ютерно-інтегровані виробництва та прикладне програмування», денної форми навчання. Для успішного засвоєння ця дисципліна пов'язана з попередніми дисциплінами: «Вища математика», «Загальна фізика», «Інформаційні технології та програмування», «Теорія автоматичного управління», «Технологічні вимірювання і прилади», «Типові технологічні об'єкти і процеси виробництв», «Основи проектування систем автоматизації».

Навчальна дисципліна потребує систематичного вивчення теоретичного матеріалу та його послідовного закріплення на лабораторних заняттях та під час самостійної роботи.

Т Е М А 1

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО АВТОМАТИЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИРОБНИЦТВ (АТП І В)

Л Е К Ц І Я 1

1.1 Основні поняття та визначення термінів: автоматизація, процес, технологічний процес, виробництво.

1.2 Класифікація технологічних процесів і виробництв в залежності від кратності обробки та основи переробки сировини.

1.1 Основні поняття та визначення термінів: автоматизація, процес, технологічний процес, виробництво [1-3].

Слово «авто» (від грецького *autos* – сам) становить частину складних слів, відповідно до смислу: 1) словам «само», «власноручний» (наприклад, автобіографія, автопортрет); 2) слову «автоматичний» (наприклад, автоблокування), 3) слову «автоматизація», (наприклад, автоматизація технологічних процесів) тощо.

Під терміном «автоматизація» з сучасного погляду розуміють сферу науки та техніки, яка на основі теорії автоматичного управління (ТАУ) здійснює розробку теоретичних методів та технічних засобів, що забезпечують розв'язання завдань дослідження, виготовлення та експлуатації окремих технологічних процесів і виробництв.

Під терміном «процес» розуміють упорядковану взаємодію поміж продуктом природи та працею, яка направлена на отримання результату.

«Технологічний процес», або «технологія» (від грецьких: *techne* – майстерність, мистецтво, уміння, вправність; та *logos* – наука, вчення, знання) – наукова дисципліна, що розробляє та удосконалює прийоми та/або способи отримання, обробки або переробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, виробів, інформації тощо, яка включає технічний контроль та опис технологі-

чних процесів і правила (інструкції) для їх виконання. Завданням технології як науки є виявлення фізичних, хімічних, механічних і других закономірностей із метою визначення та використання на практиці найбільше ефективних і економічних технологічних процесів, які потребують найменших матеріальних ресурсів і часу.

Під терміном «*виробництво*» розуміють виробничий процес створення матеріальних та суспільних благ, необхідних для розвитку та існування суспільства. А під виробничим процесом сучасного виробництва розуміють сукупність взаємопов'язаних процесів, у результаті яких вихідна сировина та матеріали перетворюються в той чи інший вид готової продукції. Створюючи певні блага люди вступають у зв'язки та взаємодію (виробничі процеси), а тому виробництво є завжди суспільним. Основними елементами виробничого процесу є: процес праці як свідома діяльність людини, предмети та засоби праці. Головною складовою виробничого процесу є технологічний процес – сукупність дій по зміні та значенню стану предмета праці. Виробничі процеси охоплюють як технологічні, так і організаційні аспекти виробництва та реалізуються в рамках спеціально утворених підрозділів. У залежності від об'єму номенклатури продукції, що випускається, характеру та структури підприємства такими підрозділами є окремі виробництва. У загальному плані автоматизація виробництва – це етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передаванням цих функцій технічним засобам – автоматичним пристроям і системам, мікропроцесорним контролерам тощо.

Під «*автоматизацією технологічних процесів*» розуміють застосування енергії неживої природи в технологічному процесі або його складових частинах для виконання та управління ними без безпосередньої участі людини, що здійснюється з метою скорочення трудових затрат, покращання умов праці, підвищення об'ємів випуску та якості продукції. Розрізняють неперервні та

періодичні технологічні процеси.

Неперервний технологічний процес виконується в установках, агрегатах, апаратах тощо, де надходження сировини і вивантаження кінцевих продуктів здійснюються постійно. При цьому всі стадії процесу можуть протікати одночасно як у різних частинах, наприклад, апарата, так і у різних апаратах, що входять у дану установку. Усі стадії характеризуються неперервним і одночасним виконанням необхідних робочих і допоміжних технологічних операцій.

Періодичний (дискретний, перервний) технологічний процес проводиться на обладнанні, яке завантажується різноманітними матеріалами або сировиною через певні проміжки часу, а після їх використання отриманий продукт (напівпродукт) вивантажується. Усі стадії характеризується чергуванням робочих і допоміжних технологічних операцій.

У порівнянні з періодичними процесами неперервні – відрізняються відсутністю простоїв обладнання, перерви у випуску кінцевих продуктів, можливістю повної автоматизації, стійкістю технологічного режиму та відповідно більшою стабільністю якості готової продукції. З цих причин основною тенденцією промислового виробництва масового типу є заміна періодичних процесів неперервними. Але технологічне обладнання для неперервних процесів є більш складним і дорогим. В основі будь-яких технологічних процесів лежать фізичні, хімічні, біологічні процеси, що розрізняються характером кількісних і якісних змін сировини в процесі його переробки.

1.2 Класифікація технологічних процесів і виробництв залежності від кратності обробки та основи переробки сировини [3,4].

Залежності від кратності обробки сировини розрізняють три технологічних процесів і виробництв (ТП і В):

1) із розімкнутою (відкритою) схемою, в якій сировина або матеріал піддається одноразовій обробці;

2) із замкнутою (круговою, циклічною) схемою, в якій сировина або допоміжні матеріали неодноразово повертаються в початкову стадію для повторної обробки, а іноді і регенерації;

3) із комбінованою (змішаною) схемою. ТП і В із замкнутою схемою більш компактні та використовуються на виробництвах для багаторазового або часткового повернення теплових або матеріальних потоків в початкову стадію процесу, що дозволяє раціонально і економно витратити енергію, сировину, матеріали тощо, тобто вони є основою створення безвідходних, матеріально- та енергозберігаючих виробництв. В залежності від основи переробки сировини розрізняють чотири ТП і В, що розрізняються між собою характером якісних змін і перетворень речовини:

1) фізичні ТП і В переробки сировини характеризуються зміною стану (твердий, рідкий, газоподібний), зовнішньої форми і фізичних властивостей. Ці ТП і В можуть бути реалізовані при зміні параметрів умов праці: температури, тиску, електромагнітного поля, іонізуючого та радіоактивного випромінювання тощо. Фізичні ТП і В у чистому вигляді не часто реалізуються, вони викликають і хімічні перетворення, тоді вони будуть фізико-хімічними. Наприклад: чисті фізичні ТП і В перетворення води в пару або лід і навпаки; перетворення графіту під дією температури і тиску в алмаз; фізико-хімічний ТП і В – це розплавлення руди або металобрухту і отримання рідкого сплаву, який при затвердінні не тільки переходить в тверде тіло, але й зазнає хімічного перетворення, змінюється кристалічна решітка і навіть структура сплаву;

2) механічні ТП і В характеризуються зміною форми та якості поверхні, геометричними розмірами і властивостями предмету обробки;

3) хімічні ТП і В, на відміну від фізичних та механічних, характеризуються зміною не тільки фізичних властивостей, але і агрегатного стану, хімічного складу та внутрішньої будови речовин. Основу хімічних ТП і В становлять хімічні реакції (прості, складні, оборотні та необоротні, екзотермічні та ендотермічні) різних речовин при створенні певних умов. При цьому утво-

рюються нові речовини, які вже мають зовсім інші властивості. Як правило, більша частина з них являє собою основний продукт, а значно менша частина – відходи;

4) біологічні ТП і В характеризуються використанням живих мікроорганізмів з метою отримання необхідних продуктів (традиційна біотехнологія), або з відтворенням в штучних умовах процесів, що протікають в живій клітині (сучасна біотехнологія). Вони протікають завдяки мікроорганізмам, які переробляють початкову сировину в корисні матеріали. *Біотехнологією* називають промислову технологію отримання цінних продуктів з початкової сировини за допомогою мікроорганізмів. Розподіл ТП і В переробки сировини на фізичні, механічні, хімічні і біологічні часто є умовним через неможливість проведення чіткої межі між ними. Незважаючи на умовність такої класифікації, цей розподіл сприяє типізації ТП і В та полегшує вибір найефективнішого способу перероблення сировини.

ЛЕКЦІЯ 2.

2.1 Основні поняття та визначення термінів: технологічний об'єкт управління; система автоматизації.

2.2 Класифікація систем автоматизації та основні елементи систем автоматичного управління.

2.1 Основні поняття та визначення термінів: технологічний об'єкт управління; система автоматизації [1, 2].

Обладнання, в якому виникає необхідність забезпечення певного ТП і В або їх коригування шляхом управляючих впливів, називають об'єктом управління. Якщо ТП і В є технологічним, то і об'єкти управління будуть технологічними (ТОУ). Управління здійснюється шляхом підтримання управляючих параметрів ТП і В на заданому рівні або цілеспрямована їх зміна відповідно до певних вимог або критеріїв управління. Параметри ТП і В, що підтримуються у цьому випадку, називають виходом об'єкта управління, або вихідною чи управляючою величиною, а також вихідним параметром. При цьому всі чотири назви рівноцінні. Такими параметрами можуть бути температура, тиск, витрата, рівень тощо. Вихідний параметр ТОУ та його матеріальний вихід є різними поняттями. Природно, що кількісна оцінка матеріального потоку, тобто його витрати також можуть бути управляючою (вихідною) величиною.

ТОУ має також входи, або вхідні параметри. Входами ТОУ є матеріальні потоки, тобто їх витрати. Окрім того, такими входами є нематеріальні параметри (наприклад, температура, тиск, концентрація та ін.) вхідних матеріальних потоків. Входи ТОУ поділяються на управляючі (або управління) та збурюючі (або збурення) впливи. Збурення є шкідливим впливом, що виводить ТОУ із робочого чи заданого режиму роботи. Збурення поділяють на контрольовані та такі, що не контролюються. Контрольовані збурення – це такі, що вимірюються або визначаються іншими способами. Дія інших збурень не-

відома тому їх наявність визначається лише за реакцією ТОУ.

Успішна автоматизація ТОУ дозволяє досягти високих техніко-економічних показників і підвищити надійність їх роботи. Успіх автоматизації ТОУ в значній мірі визначається правильним вибором ступеня та об'єму автоматизації окремих ТОУ і залежить від рівня автоматизації. Ступінь автоматизації характеризує ТОУ із дистанційним, автоматичним, автоматизованим та комп'ютерно-інтегрованим управліннями. Об'єм автоматизації визначається переліком операцій, процесів та устаткування, що управляються за допомогою засобів автоматизації. Рівень автоматизації характеризує ступінь досконалості технічних засобів, за допомогою яких здійснюється автоматизація. Ступінь, об'єм та рівень автоматизації вибираються для кожного ТОУ із детальним обґрунтуванням техніко-економічної ефективності та можливості усунення важких і шкідливих умов праці обслуговуючого персоналу або створення комфортних умов праці.

2.2 Класифікація систем автоматизації та основні елементи систем автоматичного управління [4–6].

Система (від грецького *systema* – ціле, яке складене із частин; з'єднання) – безліч елементів, що знаходяться у стосунках і зв'язках один із одним, які створюють певну цілісність, єдність. А тому «система автоматизації» – це безліч елементів із сучасного погляду на сферу науки та техніки, яка здійснює розробку теоретичних методів та технічних засобів, що забезпечують розв'язання завдань дослідження, виготовлення та експлуатації окремих технологічних процесів і виробництв.

Системи автоматизації (СА) класифікують за трьома ознаками.

1) За призначенням СА виділяють:

системи автоматичного контролю параметрів технологічних об'єктів, що виконують контроль їх поточних значень, наприклад, температури, тиску, витрат тощо у фізичних одиницях виміру;

системи технологічної сигналізації, які при появі відхилень технологічних об'єктів від умов технологічного регламенту спрацьовують з поданням оптичної та/або акустичної сигналізації;

системи автоматичного захисту, які забезпечують захист технологічного обладнання від загрози аварії;

системи автоматичного блокування, що не допускають виконання хибних команд обслуговуючого персоналу;

системи дистанційного управління, що забезпечують обслуговуючому персоналу можливість управляти технологічними механізмами та обладнанням за допомогою пристроїв автоматизації;

системи автоматичного управління, що забезпечують бажані зміни в ході технологічних об'єктів за допомогою відповідних пристроїв автоматизації без участі обслуговуючого персоналу;

автоматизовані системи управління, що забезпечують зміни в ході технологічного процесу і виробництва засобами обчислювальної (зокрема мікропроцесорної) техніки за окремими математичними моделями ТП і В;

комп'ютерно-інтегровані системи управління, що забезпечують зміни в ході технологічного процесу і виробництва засобами обчислювальної (зокрема мікропроцесорної) техніки та математичними моделями ТОУ ТП і В.

2) За ступенем автоматизації СА виділяють:

системи часткової (локальної) автоматизації, що забезпечують автоматизацію окремих операцій технологічних об'єктів;

системи комплексної автоматизації, що забезпечують автоматизацію основних ТОУ певного виробництва;

системи повної автоматизації, що забезпечують автоматизацію усіх основних та допоміжних ТОУ виробництва.

3) Залежно від носіїв інформації СА виділяють:

системи автоматизації електричні, в яких носієм інформації є електричний струм;

системи автоматизації пневматичні, в яких носієм інформації є стиснуте повітря;

системи автоматизації гідравлічні, в яких носієм інформації є зміна тиску рідини;

системи автоматизації комбіновані із змішаними носіями інформації.

Основними елементами САУ із електричним носієм інформації є:

об'єкт управління (ОУ) – це технологічні процеси і виробництва з апаратами, агрегатами, установками та трубопроводами матеріальних потоків, що з'єднують усе устаткування;

регулюючий орган (РО) – це заслінки, засувки, клапани, крани, вентиля тощо, які встановлені на трубопроводах і механічно з'єднані з виконавчими механізмами; за допомогою РО змінюється величина матеріального потоку;

первинний перетворювач (ПП) – чутливий елемент для автоматичного контролю поточного значення параметрів технологічного процесу (температури, витрат, рівня тощо) у вигляді електричних сигналів;

передавальний перетворювач (ПрП) – чутливий елемент для автоматичного контролю поточного значення тиску, а також перетворює сигнали від ПП в уніфіковані сигнали постійного струму $4\div 20$ мА (або $0\div 5$, $0\div 20$ мА), що далі поступають на вторинний прилад;

первинно-передавальний перетворювач (ПП/ПрП) – чутливий елемент для автоматичного контролю поточного значення параметрів технологічного процесу (температури, , витрат тощо) у вигляді електричних сигналів та перетворює ці сигнали в уніфіковані сигнали постійного струму $4\div 20$ мА (або $0\div 5$, $0\div 20$ мА), що далі поступають на вторинний прилад;

вторинний прилад (ВП) – елемент, що перетворює вхідні сигнали про значення параметра в значення у фізичних одиницях виміру (для температури – °С; тиску – Па (кПа, МПа) тощо) та показує цю величину, або реєструє (записує) ці значення на папері (діаграмі);

автоматичний регулятор (АР) – елемент, що розраховує різницю сиг-

налів від ВП та «здатчика» і згідно із зазначеними законами управління видає управляючий вплив та надсилає його на виконавчий механізм;

виконавчий механізм (ВМ) – елемент, що реалізує управляючі впливи від АР. ВМ бувають двох видів:

перші – механічно з’єднані зі штоком РО на трубопроводі й призначені для реалізації управляючих впливів для зміни витрат матеріального потоку;

другі – видають сигнали для автоматичного пуску/зупинки електродвигунів устаткування (насосів, вентиляторів, компресорів тощо) або зміни числа обертів цих електродвигунів, що механічно з’єднані з цим устаткуванням.

Елементи ОУ та РО складають технологічну частину САУ, а елементи ПП, ПрП, ПП/ПрП, ВП, АР та ВМ називають контрольно-вимірювальними приладами та засобами автоматизації (КВП та ЗА) САУ загальнопромислового призначення, або більш вживаною є друга назва – локальні КВП та ЗА.

Треба пам’ятати, що за останні 30 років значно збільшився випуск багатофункціональних надійних мікропроцесорних контролерів (МПК) із сучасними спеціальним та загальним програмними забезпеченнями, а тому при розробці САУ замість ВП та АР необхідно використовувати МПК.

ЛЕКЦІЯ 3

3.1 Класифікація схем автоматизації технологічних процесів (СА ТП і В).

3.2 Умовні зображення технологічного обладнання, матеріальних потоків, основних елементів та функцій СА ТП і В.

3.1 Класифікація схем автоматизації технологічних процесів (СА ТП і В) [7, 8].

Схема (від грецького *schema* – зовнішній вид, форма, нарис, ескіз, документ) – рисунок (креслення), що відтворює за допомогою умовного позначення та без дотримання масштабу основну ідею будь-якого виробу. Схема в конструкторській документації – це документ, на якому в умовних графічних позначеннях показані основні частини виробу та з'єднання або зв'язки поміж цими частинами. В залежності від типу елементів виробу та виду з'єднання схеми підрозділяють на: електричні, пневматичні, гідравлічні, кінематичні та комбіновані. А залежно від призначення відрізняють схеми: структурні, принципові, функціональні, підключення, загальні та розміщення. З урахуванням вище наведеного залежно від основного призначення СА ТП і В їх більше всього класифікують на електричні, зокрема: структурні, принципові та функціональні.

Структурна схема автоматизації (ССА) визначає основні установки, агрегати, апарати тощо ТП і В, їх призначення, а також взаємозв'язок основних елементів САУ. Розробка ССА ТП і В при проектуванні виробу виконується раніш других типів СА та використовується для вивчення структури виробу та детальної перевірки його під час пробної експлуатації.

Принципова схема автоматизації (ПСА) визначає повний склад установок, агрегатів, апаратів тощо ТП і В, в тому числі КВП та ЗА конкретних САУ, та зв'язки поміж ними, вона, як правило, дає детальне уявлення про принцип роботи виробу, слугує основою для розробки других документів, зокрема

наступної СА.

Функціональна схема автоматизації (ФСА, але вживається позначення СА) є основним технічним документом, що розкриває ТП і В, які притаманні конкретному виробу та його окремим частинам, використовується при вивченні функціональних можливостей виробів, а також при їх налагодженні, контролі, ремонті та визначає об'єм, структуру й характерні функції усіх САУ із КВП та ЗА для їх реалізації. Характерними функціями САУ СА ТП і В є:

- автоматичний контроль параметрів ТП і В;

- сигналізація при відхиленні параметрів ТП і В або їх режиму роботи умов технологічного регламенту;

- автоматичний захист ТОУ ТП і В при появі загрози їх аварії;

- блокування технологічного обладнання ТП і В від неправильних дій обслуговуючого персоналу;

- автоматичне управління параметрами ТП і В шляхом зміни витрат матеріальних потоків;

- автоматичні пуск і зупинка електродвигунів насосів, компресорів, повітродувок тощо ТП і В.

На СА ТП і В зображують обладнання умовно до такого вигляду, щоб було видно їх взаємне розташування, а також трубопроводи із матеріальними потоками, на яких показують тільки ті регулюючі органи, що безпосередньо беруть участь у виконанні відповідних функцій САУ;

- контрольно-вимірювальні прилади й засоби автоматизації та мікропроцесорні контролери при їх наявності умовно із лініями зв'язку між ними;

- умовні зображення матеріальних потоків, таблиці експлікації обладнання та специфікації на контрольно-вимірювальні прилади та засоби автоматизації; інші необхідні пояснення до СА ТП і В.

3.2 Умовні зображення технологічного обладнання, матеріальних потоків, основних елементів та функцій СА ТП і В [7, 8].

На СА ТП і В обладнання зображують спрощено у вигляді прямокутників, квадратів, зрізаних пірамід тощо до такого вигляду, щоб було видно його взаємне розташування відповідно до технологічного процесу.

Поруч із обладнанням треба ставити позиційне позначення арабськими цифрами, яке розшифровують у таблиці «експлікація обладнання».

Трубопроводи з відповідними матеріальними потоками на СА ТП і В зображують перервною лінією з арабськими цифрами.

Держстандарт України затвердив умовні цифрові позначення матеріальних потоків, що наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Умовні цифрові позначення матеріальних потоків

Умовне цифрове позначення матеріального потоку	Назва матеріального потоку
- 1 -	Вода
- 2 -	Пара
- 3 -	Повітря
- 4 -	Азот
- 5 -	Кисень
- 6 -	<div> <div>аргон неон гелій криптон ксенон</div> <div>}</div> <div>інертні гази</div> </div>
- 7 -	
- 8 -	
- 9 -	
- 10 -	
- 11 -	Аміак
- 12 -	кислота (окислювач)
- 13 -	Луг
- 14 -	масло (мастило)
- 15 -	рідке паливо
16 -	<div> <div>водень ацетилен фреон метан етан етилен пропан пропілен бутан бутилен</div> <div>}</div> </div>
- 17 -	
- 18 -	
- 19 -	
- 20 -	

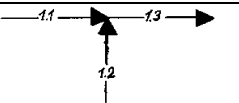
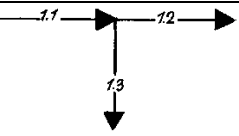
- 21 -	
- 22 -	
- 23 -	
- 24 -	
- 25 -	
- 26 -	протипожежна речовина
- 27 -	Вакуум

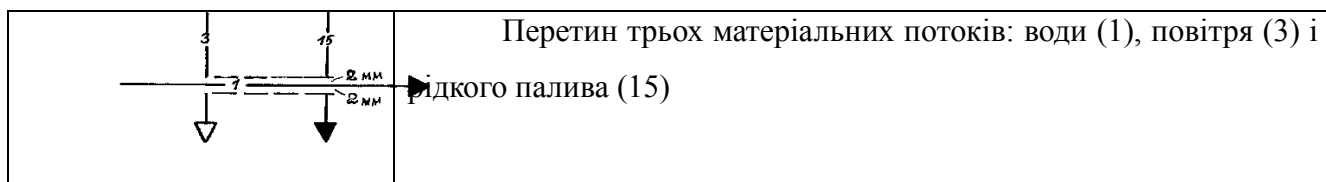
Якщо відсутні стандартні позначення матеріальних потоків, їх позначають арабськими цифрами від 28 і далі.

Коли треба показати декілька однотипних матеріальних потоків вводять додаткові позначення арабськими цифрами через крапку, наприклад: 1.1 – вода холодна; 1.2 – вода промивна; 1.3 – вода водопровідна; 2.1 – пара за тиском 2 МПа; 2.2 – пара за тиском 5 МПа тощо.

На СА ТП і В напрямок руху матеріального потоку показують стрілкою (рівносторонній трикутник із стороною 5 мм), для рідини зафарбованою, а для газів (пара, повітря) – не зафарбованою. Товщина ліній позначення технологічного обладнання та матеріальних потоків на СА ТП і В складає від 1,0 до 1,5 мм. Умовне позначення з'єднання, роз'єднання та перетину матеріальних потоків на схемах показано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Умовне позначення з'єднання, роз'єднання та перетину матеріальних потоків на схемах

Умовне позначення	Назва матеріальних потоків (умовна)
	З'єднання матеріальних потоків холодної (1.1) і гарячої (1.2) води для отримання одного матеріального потоку теплої (1.3) води
	Роз'єднання одного матеріального потоку водопровідної води (1.1) на два потоки (1.2; 1.3)



Для умовного позначення вимірювальних параметрів ТП і В, які контролюють локальні КВП та ЗА, застосовують прописні літери латинського алфавіту, перелік яких наведено в табл. 3.3.

Ці позначення треба ставити на першому місці у верхній частині кола, що умовно зображує контрольно-вимірювальні прилади та засоби автоматизації, зокрема ПП, ПрП, ПП /ПрП, ВП, АР.

Таблиця 3.3 – Прописні літери латинського алфавіту для умовного позначення вимірювальних параметрів ТП і В

Умове позначення параметра	Назва вимірювального параметра	Умове позначення параметра	Назва вимірювального параметра
D	густина;	Q	концентрація, склад;
E	будь-яка електрична величина;	R	радіоактивність;
F	витрата;	S	швидкість, частота;
G	переміщення, розмір;	T	температура;
K	час;	U	декілька різномірних параметрів;
L	рівень;	V	в'язкість;
M	вологість;	W	маса;
P	тиск, вакуум;	H	ручний вплив

Для умовного позначення елементів САУ або функцій, які виконують КВП та ЗА, а також уточнення деяких значень вимірювальних параметрів використовують також прописні літери латинського алфавіту, але їх треба писати на другому, третьому або навіть четвертому місцях у верхній частині кола,

що умовно зображує КВП та ЗА.

Перелік цих літер наведено в табл. 3.4. Оскільки літери D, E, F, Q, S, T умовно позначають вимірювальні параметри, елементи САУ, функції КВП та ЗА тощо., треба пам'ятати про те, що дві однакові прописні літери не можна писати поруч, в цьому випадку другу літеру пишуть малою (d, e, f, q, s, t), наприклад, Ff – співвідношення витрат. Якщо для умовного позначення треба використати декілька різних літер, то порядок їх розташування (після першої літери, що означає вимірювальний параметр) повинен бути наступним (при необхідності): I, R, C, S, A.

Таблиця 3.4. – Умовне позначення назв елементів систем автоматичного управління та інше

Умовне позначення	Назва елементів систем автоматичного управління та інше
A	сигналізація про вихід значення параметра за норми технологічного регламенту, якщо – за верхнє значення праворуч зверху треба ставити букву H, а коли – за нижнє значення праворуч – знизу букву L;
D	перепад, різниця значень двох параметрів;
E	первинний перетворювач сигналів;
F	співвідношення, частота значень двох параметрів;
I	показання, індикація;
J	автоматичне перемикання, обіг;
Q	інтегрування, додавання в часі;
T	передавальний перетворювач сигналів;
R	реєстрування;
C	управління;
S	ввімкнення, вимикання, перемикання;
Y	перетворювач, обчислювальна функція

Для формування умовного позиційного позначення локальних КВП та ЗА (ПП, ПрП, ПП/ПрП, ВП, АР і ВМ) використовують арабські цифри, які записують в нижній частині кола Ø 10 мм для ПП, ПрП, ПП/ПрП, ВП та АР, а

для ВМ – зверху або праворуч кола \varnothing 5 мм. Перша цифра (або число) позначає номер за порядком вимірювального параметра, а рядом – малі літери українського алфавіту (а, б, в, г,...), які означають порядок усіх КВП та ЗА, що необхідні для виконання відповідної функції. Висота цифр і прописних літер – 3,5 мм.

При розробці СА ТП і В застосовують два способи побудови графічних зображень КВП та ЗА САУ: спрощений і розгорнутий.

При спрощеному способі не показують первинні перетворювачі (ПП) сигналів та всю допоміжну апаратуру, а КВП та ЗА, що виконують складні функції (контроль, управління, сигналізація тощо), показують одним умовним графічним зображенням. Цей спосіб простий та не трудомісткий, але він не дає уявлення про місце розміщення КВП та ЗА.

Розгорнутий спосіб більш повно розкриває вирішення усіх завдань з автоматизації, тому його використовують при розробці СА ТП і В. При цьому способі кожний елемент САУ зображують окремим умовним графічним позначенням. Усі умовні позначення технологічного обладнання, матеріальні потоки, а також (на відстані 5 мм від них) ПП та ПП/ПрП сигналів (окрім ПП для витрат) та ВМ розташовують у верхній частині аркуша формату А1 (або інших), а ПрП сигналів, ВП, АР та прилади для дистанційного (ручного) управління параметрами технологічного процесу або автоматичного пуску (зупинки) електродвигунів насосів, компресорів, повітродувок тощо розміщують у нижній частині аркуша того ж формату в двох злитих прямокутниках висотою 20 мм упродовж аркуша.

При цьому у верхньому прямокутнику зображують ПрП, ВП, АР та прилади для дистанційного управління або автоматичного пуску (зупинки) електродвигунів, які розміщують безпосередньо біля технологічного обладнання, тому цей прямокутник умовно позначають «Прилади на місці» (ширина поля умовного позначення – 40 мм). У нижньому прямокутнику зображують ті ж прилади (окрім ПрП), які розміщують на щитах диспетчерських пу-

нктів, тому цей прямокутник умовно позначають «Прилади на щиті» (ширина – також 40 мм). Прилади в цьому прямокутнику для різних параметрів повинні бути на відстані не менше 5 мм один від одного.

Якщо СА ТП і В роздробляють з використанням мікропроцесорних контролерів (МПК), тоді замість ВП та АР у верхньому прямокутнику залишають ті ж умовні позначення, а нижній прямокутник умовно позначають «МПК» шириною 10 мм та його функції: контроль, сигналізація та управління – усі висотою 10 мм, що залежить від кількості ліній взаємозв'язку між контрольованими параметрами та виконавчими механізмами. При цьому відстань між лініями зв'язку повинна бути 5 мм.

Слід пам'ятати, що при розробці СА ТП і В розгорнутим способом спочатку розглядають усі функції для основних параметрів, тобто в першу чергу для усіх температур (Т), після цього – тиску (Р), потім – витрат (F), нарешті – рівня (L) і тільки після них – для інших параметрів, наприклад, густини (D), складу (Q) та ін. При відсутності будь-якого основного параметра наведений порядок розгляду їх залишають, а відсутній параметр пропускають. При розгорнутому способі умовного зображення КВП та ЗА зв'язок між ними для одного параметра при будь-якій кількості проводів показують однією лінією (товщиною 0,5 мм), яку підводять до КВП та ЗА зверху, або знизу чи збоку. Лінії зв'язку при цьому можуть перетинати умовні зображення матеріальних потоків, але не повинні перетинати умовні зображення технологічного обладнання зокрема: ПП, ПрП, ПП/ПрП, ВП, АР та ВМ інших параметрів ТП і В.

При розробці СА ТП і В використовують два методи зображення ліній зв'язку між КВП та ЗА: непереривний і адресний.

Непереривний метод використовують при розробці простих СА ТП і В, що мають не більше 10 ліній зв'язку поміж КВП та ЗА.

Для більшості СА ТП і В мають місце набагато більше ліній зв'язку поміж КВП та ЗА, тому для них будемо використовувати адресний метод. При цьому методі лінії зв'язку поміж КВП та ЗА переривають на одному рів-

ні на відстані 45 мм від верхнього прямокутника. Кожному кінцю цих ліній присвоюють одні і ті ж арабські цифри, висота яких 5 мм, відстань поміж верхнім та нижнім рядами арабських цифр повинна бути не менше 30 мм, а висота ліній над верхнім прямокутником 5 мм. Порядок арабських цифр біля верхнього прямокутника повинен бути від першої до останньої лінії зв'язку, на аркуші ж порядок ліній зв'язку довільний. Це пов'язано з тим, що в першу чергу розглядають усі функції для основних параметрів ТП і В.

ЛЕКЦІЯ 4

4.1 *Коротка характеристика мікропроцесорного контролера.*

4.2 *Коротка характеристика контрольно-вимірювальних приладів.*

4.1 Коротка характеристика мікропроцесорного контролера [9].

У зв'язку з тим, що здатність програмування є найбільш суттєвою класифікаційною ознакою контролеру, поняття програмованого логічного контролеру (ПЛК) все рідше використовується, частіше вживається поняття мікропроцесорного контролеру (МПК). Серед багатьох МПК, що знайшли застосування для реалізації ФСА ТП і В заслуговує на увагу МПК типу ОВЕН ПЛК 160 – лінійка програмованих моноблочних контролерів із дискретними та аналоговими входами/виходами, який призначений для реалізації наступних основних завдань:

збір інформації з первинних (ПП), передавальних (ПрП) та первинно-передавальних (ПП/ПрП) перетворювачів сигналів різних типів і її первинна обробка (фільтрування сигналів, лінеаризація характеристик ПП, ПрП і ПП/ПрП, «офізичнення» сигналів, тобто перетворення сигналів у значення параметрів у фізичних одиницях виміру: T ($^{\circ}\text{C}$), P (Па), F ($\text{м}^3/\text{г}$) та ін.);

розрахунок і видача управляючих впливів за заданими законами та критеріями управління на різні виконавчі механізми;

контроль параметрів процесів за межами їх регламентних значень;

автоматичний захист технологічного обладнання;

автоматичний пуск/зупинка електродвигунів різного обладнання;

логічне та програмно-логічне управління технологічними агрегатами;

математична обробка інформації за різними алгоритмами контролю

та управління параметрами технологічних процесів;

реєстрація та архівування значень параметрів технологічних процесів;

технічний облік спожитих матеріальних і енергетичних потоків;

обмін даними із мікропроцесорними контролерами в реальному часі;

обслуговування технолога-оператора, прийом і виконання його команд;
аварійна, попереджувальна та робоча сигналізація;

індикація значень прямих та побічних параметрів та видача значень цих параметрів і різних повідомлень на пульт МПК та/або в персональну електричну обчислювальну машину(ПЕОМ);

обслуговування технічного персоналу при наладці, програмуванні, ремонті та перевірці технічного стану МПК;

самоконтроль і діагностика усіх пристроїв МПК в неперервному та періодичному режимах;

вивід інформації обслуговуючому персоналу про технічний стан МПК.

У контролер ОВЕН ПЛК 160 закладені потужні обчислювальні ресурси: високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180 МГц компанії Atmel;

великий обсяг оперативної пам'яті – 8МБ;

великий обсяг постійної пам'яті – Flash пам'ять, 4МБ;

обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання значень змінних – до 16КБ.

час виконання одного циклу програми – мінімальний (не стабілізований) – 250 мкс; встановлений за умовчанням (стабілізований) – 1 мс;

кількість: аналогових вхідних – 8, а вихідних (управляючих впливів) – 4 сигналів постійного струму $0 \div 5$, $0 \div 20$, або $4 \div 20$ мА ;

кількість дискретних вхідних – 16, а вихідних – 12 сигналів («0» – від -3 до 5 В; «1» – від 15 до 30 В). Для збільшення кількості аналогових та дискретних вхідних та вихідних сигналів додатково використовуються відповідні модулі введення / виведення, що включає в себе модулі дискретного та аналогового введення і виведення, а також спеціалізовані рішення для вимірювання параметрів електричної мережі та сигналів з тензометричних датчиків.

Програмування контролерів здійснюється в професійному, поширеному середовищі CODESYS v.2.3.x, максимально відповідає стандарту МЭК 61131:

підтримка 5 мов програмування, для фахівців будь-якої галузі;
потужний засіб розробки і налагодження комплексних проектів автоматизації на базі контролерів;
функції документування проектів;
кількість логічних операцій обмежується тільки кількістю вільної пам'яті контролера;
практично необмежену кількість використовуваних в проекті лічильників, тригерів, генераторів.

МПК ОВЕН ПЛК 160 за алгоритмом «контроль» відповідних параметрів (температура, тиск, витрата та ін.) перетворює сигнали постійного струму в «фізичні» значення цих параметрів (температури ($^{\circ}\text{C}$), тиску (МПа), витрати ($\text{м}^3/\text{г}$) та ін.) та видає їх на передню (лицеву) панель МПК. У випадку виходу цих параметрів за норми технологічного регламенту МПК, за алгоритмом «технологічна сигналізація» виходу параметра за вказані норми, виконує цю функцію та сповіщає про це світловою та/або звуковою сигналізацією. В цей саме час МПК за алгоритмом «розрахунок та видача управляючих впливів», обраховує управляючі впливи за заданим законом або критерієм управління та видає їх на відповідні виконавчі механізми (ВМ).

4.2 Коротка характеристика контрольно-вимірювальних приладів [10].

Виміряти будь-яку величину означає порівняти її значення із значенням яке прийнято за одиницю вимірювання. Вимірювання бувають прямі, непрямі та сукупні. Для СА ТП і В використовують прямі вимірювання параметрів.

Основними методами прямих вимірювань є: безпосередній, компенсаційний та диференціальний. При безпосередньому визначенні вимірювальна величина перетворюється безпосередньо у вихідне значення приладу. При компенсаційному визначенні невідома вимірювальна величина порівнюється з відомою, що дає більш точні значення вимірювальної величини. При дифе-

ренціальному методі визначається різниця між вимірюваною та зразковою величинами, а потім величину, яку вимірюють, знаходять шляхом алгебраїчного додавання.

Далі будемо використовувати прямі вимірювання параметрів безпосереднім методом. При цьому класифікацію контрольно-вимірювальних приладів (КВП) виконують за такими ознаками: характером параметрів, способом відрахування показання, метрологічним показанням. За характером параметрів ТП і В КВП використовують для вимірювання: температури – Т (умовне позначення тут і далі див. лекцію 3), тиску (вакууму, розрідження) – Р, будь-яка електрична величина – Е тощо. За способом відрахування показання КВП бувають: показуючи – І, самозаписуючі – R, сигналізуючі – А, інтегруючи – Q, включаючи, виключаючи і, переключаючи – S. За метрологічним призначенням розрізняють КВП технічні, контрольні, еталонні (зразкові). КВП у загальному випадку можуть бути одночасно: показуючи, самозаписуючі, інтегруючи та сигналізуючи.

Для контролю температури, як умовної фізичної величини, що прямо пропорційна середній кінетичній енергії часток речовини (молекул або атомів), використовують КВП, які називають термометрами. Для автоматичного контролю температури СА ТП і В застосовують міжнародну практичну шкалу «градусів Цельсія» ($^{\circ}\text{C}$), тому далі будемо розглядати термометри з цією шкалою. Залежно від принципу дії за безпосереднім методом вимірювання температури промислові термометри для СА ТП і В класифікують на: термоперетворювачі опору та термоелектричні перетворювачі.

Принцип дії термоперетворювачів опору базується на властивості металів збільшувати електричний опір при нагріванні. Для виготовлення термоперетворювачів опору використовують чисті метали, зокрема мідь та платину. Конструкції термоперетворювачів опору різні, але всі вони мають чутливі термоелементи та зовнішню захисну арматуру. Термоперетворювачі опору мідні використовують для вимірювання температури від -50°C до 200°C , а

термоперетворювачі опору платинові – від – 200°C до 650°C. Найбільш вживають термоперетворювачі опору мідні типу ТСМ-0879 та термоперетворювачі опору платинові типу ТСП-0879.

Принцип дії термоелектричних перетворювачів базується на термоелектричному ефекті Томсона-Зеєбека, згідно з яким у замкненому ланцюзі із двох різнорідних сплавів (електродів) виникає електричний струм, коли хоча б два місця з'єднання (спаю) цих сплавів мають різну температуру. Термоелектричний ефект пояснюють наявністю у сплавах вільних електронів, кількість яких в одиниці об'єму різна для різнорідних сплавів.

На СА ТП і В термоперетворювачі опору умовно позначають у вигляді: ТЕ – тобто, як елемент САУ, це первинний перетворювач (ПП) для вимірювання температури. Цей елемент умовно розміщують у верхній частині кола діаметром 10 мм та показують поблизу апарату, трубопроводу тощо на відстані 5 мм. Сигнали від ПП, пропорційні вимірювальній температурі, надходять на вхід передавального перетворювача (ПрП) сигналів, зокрема нормуючого перетворювача типу Ш-703, який перетворює вихідні сигнали від ПП в уніфіковані сигнали постійного струму 4÷20 мА. Для СА ТП і В нормуючий перетворювач Ш-703 умовно позначають у вигляді ТУ – тобто як елемент САУ, це передавальний перетворювач сигналів від первинних перетворювачів. Нормуючі перетворювачі типу Ш-703 використовують також для перетворення вхідних сигналів від інших ПП, наприклад для вимірювання вологості, концентрації розчинів тощо вхідні сигнали цих ПП будуть у вигляді зміни опору або електрорушійної сили, пропорційні відповідним параметрам.

За попередні 20 років промисловість почала випускати для контролю температури первинно-передавальні перетворювачі (ПП/ПрП) сигналів, які на СА ТП і В умовно позначають ТЕТ та розміщують у верхній частині кола діаметром 10 мм. Їх також показують поблизу апарату, трубопроводу тощо на відстані 5 мм. Уніфіковані вихідні сигнали постійного струму 4÷20 мА від ві-

дповідних вимірювальних перетворювачів поступають на входи вибраного МПК, який за описаними вище алгоритмами виконує необхідні функції.

Для автоматичного контролю температур в якості ПП/ПрП застосовують: 1) від -50 до $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ – автоматичні вимірювальні термоперетворювачі опору мідні типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И; 2) від -200 до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ – автоматичні вимірювальні термоперетворювачі опору платинові типу ТСПУ-0288;

3) від -20 до $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ – автоматичні вимірювальні термоелектричні платинородієво-платинові перетворювачі (термопари) типу ТППУ-0288

Для автоматичного контролю тисків застосовують перетворювачі тиску, які умовно позначають РТ та розміщують у верхній частині кола діаметром 10мм, а встановлюють в таблиці «прилади на місці», тобто як елемент СА ТП і В – це передавальний перетворювач (ПрП) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму $4\div 20\text{ мА}$ для вимірювання тиску (первинних перетворювачів для вимірюванні тиску на СА ТП і В не показують).

Для автоматичного контролю тисків в якості ПрП застосовують:

1) для виміру надмірного (надлишкового) тиску від 40 до 100 кПа та від 0,16 до 100 МПа – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР-21;

2) для виміру абсолютного тиску від 2,5 до 63 кПа та від та від 0,1 до 16 МПа – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР-20;

3) для виміру вакуумметричного тиску (вакууму) від 0,06 до 100 кПа – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР-22;

4) для виміру гідростатичного тиску від 2,5 до 250 кПа – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР-25;

5) для виміру невеликих значень надмірного та вакуумметричного тисків від $\pm 0,125$ до $\pm 150\text{ кПа}$ та від $\pm 0,1$ до $\pm 4\text{ МПа}$ – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР-23;

б) для виміру різниці (перепаду) тисків від 0,06 до 63 кПА та від та від 0,1 до 16 МПа – автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі типу САФІР–24. Уніфіковані вихідні сигнали постійного струму $4 \div 20$ мА від відповідних вимірювальних перетворювачів поступають на входи вибраного МПК, який за описаними вище алгоритмами виконує необхідні функції.

Для автоматичного контролю витрати рідини, пари та газу в нормальних умовах функціонування використовуються первинні перетворювачі (ПП) сигналів – діафрагми камерні типу ДК-0,6, які являють собою тонкі диски з внутрішнім отвором із фланцевим способом відбору різниці (перепаду) тиску на них, залежно від витрати змінюється величина різниці (перепаду) тисків, , які встановлюються безпосередньо на трубопроводі, а їх умовне позначення FE. Сигнали від цих ПП, пропорційні вимірювальним витратам поступають передавальний перетворювач FT, який розміщують у верхній частині кола діаметром 10мм, а встановлюють в таблиці «прилади на місці», тобто як елемент СА ТП і В – передавальний перетворювач (ПрП). Як ПрП застосовуються . автоматичні вимірювальні тензорезисторні перетворювачі сигналів типу САФІР–24 із уніфікованими вихідними сигналами постійного струму $4 \div 20$ мА, які пропорційні вимірюваним витратам, та поступають на відповідні входи МПК.

Умовне зображення на СА ТП і В функцій, які реалізовані МПК, показано колами діаметром 2 мм, а також – автоматичний контроль параметрів – «Контроль», технологічна сигналізація параметрів при виході за норми технологічного регламенту – «Сигналізація», розрахунок та видача управляючих впливів – «правління».

Заяпитання для самостійної підготовки студентів за темою 1

1. Що розуміють під терміном «автоматизація» з сучасного погляду та терміном «процес» ?
2. Що розуміють під поняттям «технологічний процес» або «технологія»?
3. Що розуміють під терміном. «виробництво».
4. Що розуміють під автоматизацією технологічних процесів?
5. Наведіть визначення неперервного технологічного процесу.
6. Наведіть визначення періодичного (дискретного, перерваного) технологічного процесу.
7. В залежності від кратності обробки сировини назвіть три види неперервних та періодичних технологічних процесів.
8. В залежності від основи переробки сировини назвіть чотири види неперервних та періодичних технологічних процесів.
9. Що розуміють під поняттями «об'єкт управління» та «технологічний об'єкт управління (ТОУ)» ?
10. Наведіть визначення «вихід ТОУ» і три рівноцінні його назви та які параметри ТОУ ним можуть бути?
11. Наведіть визначення «вхід ТОУ», які параметри ТОУ ним можуть бути та на які впливи вони поділяються?
12. За рахунок чого визначається успіх автоматизації ТОУ? Наведіть коротку характеристику,
13. Наведіть визначення терміну «система автоматизації».
14. Які системи автоматизації виділяють за призначенням?
15. Які системи автоматизації виділяють за ступенем автоматизації?
16. Які системи автоматизації виділяють залежно від носіїв інформації?
17. Наведіть основні елементи систем автоматичного управління (САУ).

18. Що називають первинним і передавальним та первинно-передавальним перетворювачами сигналів?
19. Що називають вторинним приладом та автоматичним регулятором?
20. Що називають виконавчим механізмом та назвіть два його види?
21. Які елементи складають технологічну частину САУ, а які елементи називають локальними контрольно-вимірjuвальними приладами та засобами автоматизації?
22. Наведіть визначення слова «схема» в конструкторській документації.
23. Що визначають структурна та принципова схеми автоматизації?
24. Яким документом та що він розкриває є функціональна схема автоматизації (ФСА) технологічних процесів і виробництв (ТП і В)?
25. Які характерні функції САУ реалізують при розробці ФСА ТП і В?
26. За рахунок яких переваг треба використовувати розгорнутий спосіб зображення локальних КВП та ЗА при розробці СА ТП і В?
27. Наведіть коротку характеристику адресного методу зображення ліній зв'язку між КВП та ЗА при розробці СА ТП і В.
28. Назвіть основні завдання, які виконує мікропроцесорний контролер (МПК) ОВЕН ПЛК 160.
29. Назвіть технічні характеристики МПК ОВЕН ПЛК 160.
30. Назвіть алгоритми за якими МПК ОВЕН ПЛК 160 виконує необхідні функції.
31. Назвіть типи ПП і ПрП та ПП/ПрП для контролю температур при різних діапазонах їх змінювання.
32. Назвіть типи ПрП для контролю тисків різних назв.
33. Назвіть назви ПП та ПрП для контролю витрати рідин, пари і газу в нормальних умовах функціонування.

Т Е М А 2

ОПИС ФРАГМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИРОБНИЦТВ (АТП І В) ТА ФУНКЦІЙ, ЯКІ НЕОБХІДН О РЕАЛІЗУВАТИ. РОЗРОБКА СХЕМ ФРАГМЕНТІВ АТП І В.

Л Е К Ц І Я № 5

5.1 Опис фрагменту АТП і В фільтрування води та функцій, які треба реалізувати.

5.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В фільтрування води та опис САУ цього фрагменту.

5.1 Опис фрагменту АТП і В фільтрування води та функцій, які треба реалізувати [4, 11, 12].

Початкова вода (1.1) (рис. 1) після попередніх апаратів надходить у змішувач (1), до якого треба подавати вапняне молоко (28) для підтримування заданого температурного режиму. Окрім того до змішувача (1) насосом (2) із електродвигуном подають розчин коагулянту (29). Для інтенсифікації процесів, що відбуваються в змішувачі (1), необхідно виконувати контроль температури води (1.2) після змішувача (1) і управляти постійним її значенням зміною витрат вапняного молока (28). Витрати розчину коагулянту (29) залежать від витрат початкової води (1.1), тому необхідно реалізувати контроль цих витрат і управління їх співвідношенням зміною витрат розчину коагулянту (29) із корекцією за концентрацією розчину коагулянту в воді (1.2) після змішувача (1). Нормальну роботу насоса (2) подачі розчину коагулянту (29) реалізують контролем тиску в його нагнітальному патрубку і управлінням ним зміною обертів електродвигуна цього насоса.

Вода (1.2) після змішувача (1) надходить на флотатор-фільтр (3) (всього їх чотири), де відбувається відокремлення нетривких легких пластівців, що утворилися у процесі коагуляції і фільтрування води. Для інтенсифікації процесів,

що відбуваються на флотаторі-фільтрі (3), на нього подають повітря (3.1), а тому необхідно реалізувати контроль витрат води (1.2) і повітря (3.1) і управління їх співвідношенням зміною витрат повітря (3.1). Для забезпечення нормальної роботи флотатора-фільтра (3) треба виконувати контроль каламутності оброблюваної води (1.3) після нього. При перевищенні заданого значення каламутності цієї води флотатор-фільтр (3) автоматично перемикають на промивку, при цьому потрібно припинити подачу води (1.2) і повітря (3.1) на флотатор-фільтр (3), а також відвід води (1.3) після нього в резервуар чистої води (на рис. 4 немає), крім того виконати автоматичний пуск електродвигуна насоса (4) подачі чистої промивної води (1.4), почати подачу повітря (3.2) для водоповітряної промивки флотатора-фільтра (3), крім того забруднену промивну воду (1.5) відвести на споруди повторного використання води (на рис. 4 немає).

Для забезпечення нормальної роботи насоса (4) подачі чистої промивної води (1.4) під час його роботи необхідно реалізувати контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса і управляти ним зміною обертів електродвигуна цього насоса. Якість промивки флотатора-фільтра (3) контролюють за концентрацією зважувальних речовин у забрудненій промивній воді (1.5). При досягненні потрібної якості цієї води (1.5) флотатор-фільтр (3) автоматично перемикають в режим нормальної роботи, при цьому потрібно виконати автоматичну зупинку електродвигуна насоса (4) подачі чистої промивки води (1.4), припинити відвід забрудненої промивної води (1.5) і подачу повітря (3.2), відновити подачу води (1.2) і повітря (3.1) на флотатор-фільтр (3), а також відвід води (1.3) після нього.

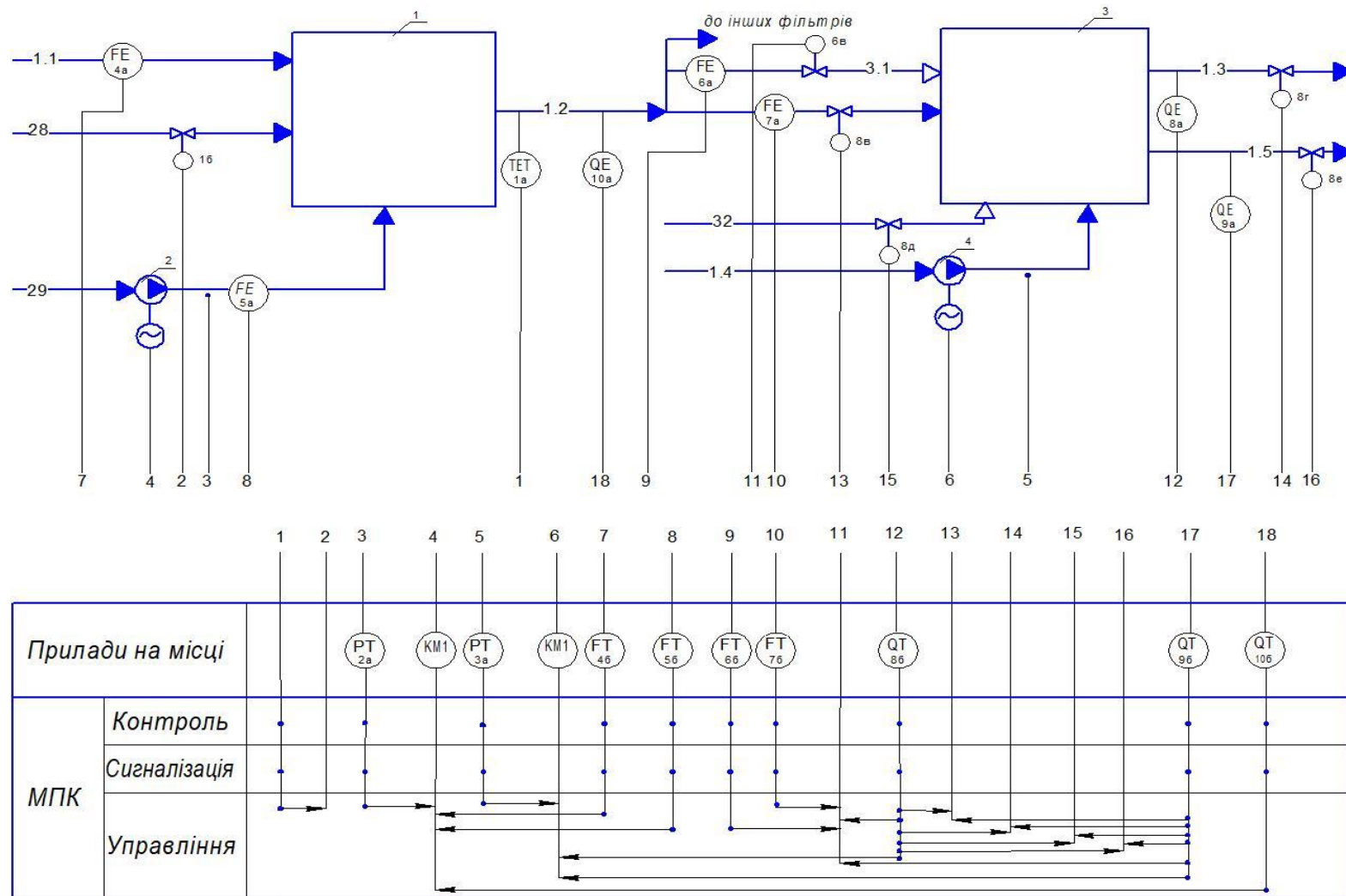


Рисунок 1 – Схема фрагменту АТП і В фільтрування води

Умовні позначення матеріальних потоків: 1.1 – початкова вода у змішувач; 1.2 – вода після змішувача; 1.3 – оброблювана вода після флотатора-фільтра; 1.4 – чиста промивна вода; 1.5 – забруднена промивна вода; 3.1 – повітря на флотатор-фільтр; 3.2 – повітря для водоповітряної промивки флотатора-фільтра; 28 – вапняне молоко; 29 – розчин коагулянту.

Для розробки схеми фрагменту АТП і В фільтрування води необхідно виконати такі функції:

автоматичні контроль температури води після змішувача, технологічна сигналізація при виході її за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління температурною зміною витрат вапняного молока в змішувач;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса подачі розчину коагулянту в змішувач, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління тиском зміною обертів електродвигуна цього насоса;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса подачі чистої промивної води на флотатор-фільтр під час його роботи, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління тиском зміною обертів електродвигуна цього насоса;

автоматичні контроль витрат початкової води і розчину коагулянту в змішувач, технологічна сигналізація при виході їх за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління співвідношенням цих витрат зміною обертів електродвигуна насоса подачі розчину коагулянту із корекцією за концентрацією розчину коагулянту у воді після змішувача;

автоматичні контроль витрат води після змішувача і повітря на флотатор-фільтр, технологічна сигналізація при виході їх за допустимі регламентні

значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління співвідношенням цих витрат зміною витрати повітря;

автоматичні контроль каламутності оброблюваної води після флотатора-фільтра, технологічна сигналізація при перевищенні нею допустимого регламентного значення, розрахунок і видача управляючих впливів на автоматичне перемикання флотатора-фільтра на промивку;

автоматичні контроль якості промивки флотатора-фільтра за концентрацією зважувальних речовин у забрудненій промивній воді після нього, технологічна сигналізація при досягненні нею допустимого регламентного значення, розрахунок і видача управляючих впливів на автоматичне перемикання флотатора-фільтра в режим нормальної роботи.

5.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В фільтрування води та опис САУ цього фрагменту [7, 11, 12].

Для виконання наведених функцій фрагмента АТП фільтрування води застосовано багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю температури води після змішувача як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовано термоперетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И (поз. 1а) (див. лекцію 4 тут і далі). Сигнали від нього надходять на вхід МПК, який за алгоритмами (див. лекцію 4) розраховує управляючі впливи і вони надходять на виконавчий механізм (ВМ) (поз. 1б), обґрунтування вибору якого наведено далі.

Для автоматичного контролю тиску в нагнітальних патрубках насосів подачі розчину коагулянту і чистої промивної води як передавальний перетворювач (ПрП) застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі надлишкового тиску типу САФІР–21 (поз. 2а; 3а) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цих ПрП надходять на

входи МПК, який за алгоритмами, як і для температури, тільки для тиску, розраховує управляючі впливи і вони надходять на ВМ (поз. 2б; 3б), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю витрат початкової води, розчину коагулянту, води після змішувача і повітря як первинний перетворювач (ПП) застосовано діафрагми камерні з фланцевим способом відбору перепаду тиску на них типу ДК-0,6 (поз. 4а; 5а; 6а; 7а), сигнали від яких надходять на ПрП, в якості яких застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі перепаду тиску на цих діафрагмах типу САФІР-24 (поз. 4б; 5б; 6б; 7б) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за відповідними алгоритмами, як для температури, тільки для витрати розраховує управляючі впливи і вони надходять на ВМ (поз. 2б; 6в), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю каламутності оброблюваної води після флотатора-фільтра як ПП застосовано автоматичний вимірювач каламутності та цвітності води типу АМЦ-У (поз. 8а), сигнали від якого надходять на ПрП (поз. 8б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як для температури, тільки для каламутності води, виконує необхідні функції, значення каламутності води видає у відповідних одиницях виміру, розраховує коригуючі впливи, які надходять на ВМ (поз. 3б; 6в; 8в; 8г; 8д; 8е), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю концентрації зважувальних речовин у забрудненій промивній воді після флотатора-фільтра як ПП застосовано фотоелектричну установку контролю якості промивки фільтра за світлопропусканням води типу АОВ-8 (поз. 9а), сигнали від нього надходять на ПрП (поз. 9б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як і для температури, тільки для концентрації зважувальних речовин у цій воді, виконує необхідні функції,

значення концентрації видає у відповідних одиницях виміру, розраховує коригуючи впливи, які надходять на ВМ (поз. 3б; 6в; 8в; 8г; 8д; 8е), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю концентрації розчину коагулянту у воді після змішувача як ПП застосовано автоматичний кондуктометр цієї концентрації типу АКК-201 (поз. 10а), сигнали від нього надходять на ПрП (поз. 10б), обґрунтування якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як і для температури, тільки для концентрації розчину коагулянту у воді, виконує необхідні функції, значення концентрації видає у відповідних одиницях виміру, розраховує коригуючи впливи, які надходять на ВМ (поз. 2б), обґрунтування вибору якого наведено далі.

Як ПрП для перетворення сигналів від ПП (поз. 8а; 9а; 10а) застосовано нормуючий перетворювач з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу Ш-703 (поз. 8б; 9.б 10б).

Для автоматичних зміни величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун з гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом, типу МЕО-1 в комплекті (поз. 1б; 6в; 8в; 8г; 8д; 8е).

Для автоматичних пуску/зупинки відповідних електродвигунів насосів або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ в комплекті (поз. 2б; 3б).

Умовне зображення функцій, які реалізовано МПК ОВЕН ПЛК 160, показано на рис. 5 колами Ø 2 мм (зафарбовано).

У зв'язку з тим, що детально описана схема фрагменту АТП і В фільтрації води, її функції, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи проходження сигналів від ПП через ПрП, ПП/ПрП або ПрП до МПК, а управляючих та корегуючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх САУ (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА.

1. САУ температурою води після змішувача зміною витрат вапняного молока в змішувач:

ПП/ПрП – поз. 1а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1б – МЕО-1 в комплекті.

2. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі розчину коагулянту в змішувач зміною обертів електродвигуна цього насоса:

ПрП – поз. 2а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

3. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі чистої промивної води на флотатор-фільтр під час його роботи зміною обертів електродвигуна цього насоса:

ПрП – поз. 3а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

4. САУ співвідношенням витрат початкової води і розчину коагулянту в змішувач зміною обертів електродвигуна насоса подачі розчину коагулянту з корекцією за концентрацією розчину коагулянту у воді після змішувача:

поз. 4а – ДК-06;

поз. 5а – ДК-06;

поз. 10а – АКК-201

поз. 4б – САФІР-24;

поз. 5б – САФІР-24;

поз. 10б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

5. САУ співвідношення витрат води після змішувача і повітря на флотатор-фільтр зміною витрат повітря:

поз. 6а – ДК-06;

поз. 7а – ДК-06;

поз. 6б – САФІР-24;

поз. 7б – САФІР-24;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 6в – МЕО-1 в комплекті.

6. САУ каламутністю обробленої води після флотатора-фільтра з автоматичним перемиканням його на промивку при необхідності, тобто припинення подачі С і відводи води після нього, виконання автоматичного пуску електродвигуна насоса подачі чистої промивної води, початок подачі повітря для водоповітряної промивки і відводу забрудненої промивної води:

ПП – поз. 8а – АМЦ-У;

ПрП – поз. 8б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 6в – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8в – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8г – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

ВМ – поз. 8д – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8е – МЕО-1 в комплекті.

7. САУ якістю промивки флотатора-фільтра з автоматичним перемиканням його в режим нормальної роботи при необхідності, тобто виконати автоматичну зупинку електродвигуна насоса подачі чистої промивної води, припинити відвід забрудненої промивної води і подачу повітря, відновити подачу води і повітря на цей фільтр і відвід води після нього:

ПП – поз. 9а – АОВ – 8;

ПрП – поз. 9б – Ш – 703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

ВМ – поз. 6в – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8в – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8г – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8д – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 8е – МЕО-1 в комплекті.

Розроблена схема фрагменту АТП і В фільтрування води сприяє підвищенню продуктивності обладнання процесу на 15-20% та поліпшенню умов праці обслуговуючого персоналу.

ЛЕКЦІЯ 6

6.1 Опис фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та функцій, які необхідно реалізувати.

6.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та опис САУ цього фрагменту.

6.1 Опис фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та функцій, які необхідно реалізувати [11–13].

Освітлені стоки (1.1) (рис. 2) після попередніх апаратів надходять в чотири аеротенки (1) (на рис.2 показано один), де відбувається технологічний процес біологічного очищення їх в суміші циркулюючого активного мулу (28), який подають насосом (2) з електродвигуном подачі цього мулу, і кисню, який поступає з повітрям (3), що подають компресором (3) із електродвигуном.

Для інтенсифікації технологічних процесів біологічного очищення освітлених стоків, що відбуваються в аеротенку (1), необхідно виконувати контроль витрат освітленої води (1.1) і повітря (3) і управляти їх співвідношенням зміною витрат повітря з корекцією за наявністю біохімічної потреби в кисні (БПК) у воді з активним мулом (1.2) після нього.

Для забезпечення нормальної роботи насоса (2) подачі циркулюючого активного мулу і компресора (3) подачі повітря (3) в аеротенк (1) необхідно реалізовувати контроль тиску в їх нагнітальних патрубках і управляти цими тисками зміною обертів відповідних електродвигунів.

Вода з активним мулом (1.2) після аеротенка (1) надходить у вторинний радіальний відстійник (4), де відбувається відокремлення надлишкового активного мулу (29), рівень якого необхідно контролювати і при виході його за допустиме регламентне значення відводити насосом (5) з електродвигуном.

Під час роботи насоса (5) необхідно реалізувати контроль тиску в його нагнітальному патрубку та управляти зміною обертів його електродвигуна

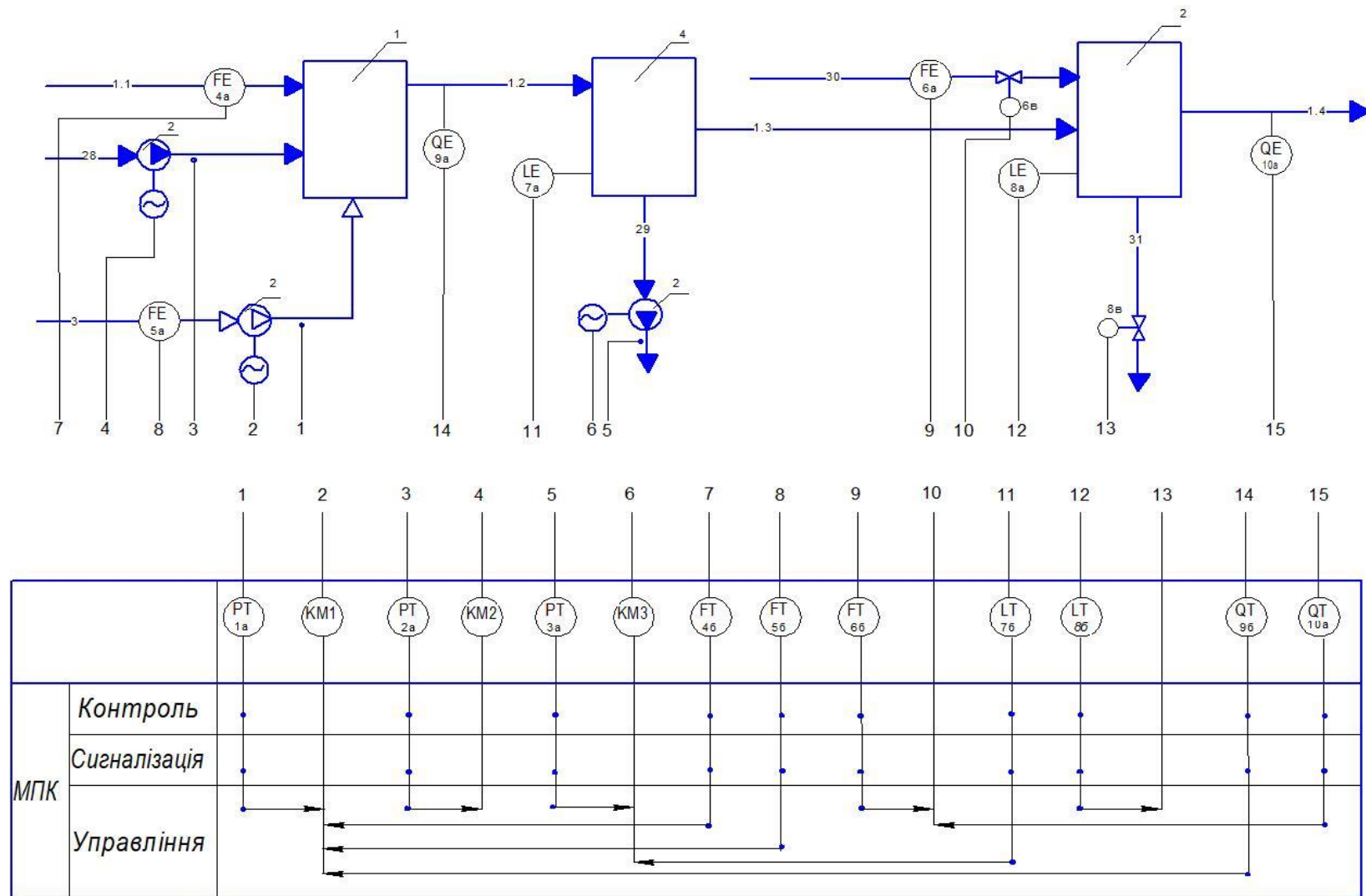


Рисунок 2 – Схема фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд

Умовні позначення матеріальних потоків :1.1 – освітлені стоки в аеротенк; 1.2 – вода з активним мулом після аеротенку; 1.3 – очищена вода після вторинного радіального відстійника; 1.4 – знезаражена вода; 3 – повітря в аеротенку; 28 – циркулюючий активний мул до аеротенку; 29 – надлишковий активний мул після вторинного радіального відстійника; 30 – рідкий хлор у контактний резервуар; 31 – нерозчинні речовини з контактного резервуару.

Після вторинного радіального відстійника (4) очищена вода (1.3) надходить у контактний резервуар (6) для знезараження. Знезараження виконують рідким хлором (30), який подають у контактний резервуар (6), тому треба реалізувати контроль витрат рідкого хлору і управляти зміною цієї витрати з корекцією за концентрацією залишкового хлору в знезараженій воді (1.4) після цього резервуару (6).

У контактному резервуарі накопичуються нерозчинені речовини (31), які потрібно час від часу відводити, тому необхідно контролювати рівень цих речовин (31). Знезаражена вода (1.4) надходить у річку (на СА немає).

Для розробки схеми фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд необхідно виконати такі функції:

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса подачі циркулюючого активного мулу в аеротенк, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління тиском зміною обертів електродвигуна насоса;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку компресора подачі повітря в аеротенк, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління тиском зміною обертів електродвигуна цього компресора;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса відводу надлишкового активного мулу із вторинного радіального відстійника під час його роботи, технологічна сигналізація при виході тиску за допустимі регла-

ментні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління тиском зміною обертів електродвигуна цього насоса;

автоматичні контроль витрат освітленої води і повітря в аеротенк, технологічна сигналізація при виході їх за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління співвідношенням цих витрат зміною обертів електродвигуна компресора подачі повітря з корекцією за наявністю БПК у воді з активним мулом після аеротенку;

автоматичні контроль витрат рідкого хлору в контактний резервуар, технологічна сигналізація при виході її за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на управління цією витратою зміною її з корекцією за концентрацією залишкового хлору в знезараженій воді після контактного резервуару;

автоматичні контроль рівня активного мулу в вторинному радіальному відстійнику, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на автоматичні пуск/зупинку електродвигуна насоса відводу надлишкового активного мулу з цього відстійника при необхідності;

автоматичні контроль рівня нерозчинених речовин у контактному резервуарі, технологічна сигналізація при виході його за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача управляючих впливів на відвід цих речовин з нього при необхідності.

6.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та опис САУ цього фрагменту [8, 12, 13].

Для виконання вказаних функцій фрагмента схеми фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд застосовано багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю тиску в нагнітальних патрубках відповідних насосів і компресора як передавальний перетворювач (ПрП) застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі надлишкового тиску типу САФІР-21 (поз. 1а; 2а; 3а) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА (див. лекцію 4 тут і далі). Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмами (див. лекцію 4) розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 1б; 2б; 3б), обґрунтування вибору яких далі.

Для автоматичного контролю витрат освітлених стоків, повітря і рідкого хлору як первинний перетворювач (ПП) застосовано діафрагми камерні з фланцевим способом відбору перепаду тиску на них типу ДК-0,6 (поз. 4а, 5а; 6а), сигнали від цих надходять на ПрП, в якості яких застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі перепаду тиску на діафрагмах типу САФІР-24 (поз. 4б; 5б; 6б) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за відповідними алгоритмами, як для тиску, тільки для витрати, розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 1б; 6в), обґрунтування вибору яких далі.

Для автоматичного контролю рівня надлишкового активного мулу у вторинному радіальному відстійнику як ПП застосовано автоматичний рівнемір осаду активного мулу типу СУФ-210 (поз. 7а), сигнали від нього надходять на ПрП (поз. 7б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як для тиску, тільки для рівня, розраховує управляючі впливи і вони надходять на ВМ (поз. 3б), обґрунтування вибору якого далі.

Для автоматичного контролю рівня нерозчинних речовин у контактному резервуарі як ПП застосовано рівномір цих речовин типу СУ-101 (поз. 8а), сигнали від якого надходять на ПрП (поз. 8б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідни-

ми алгоритмами, як для тиску, тільки для рівня, розраховує управляючі впливи і вони надходять на ВМ (поз. 8в), обґрунтування вибору далі.

Для автоматичного контролю наявності БПК у воді і активному мулі після аеротенку як ПП застосовано електрохімічний визначник БПК у воді типу ЭХО-2 (поз. 9а), сигнали від якого надходять на ПрП (поз. 9б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як для тиску, тільки для визначення БПК у воді, розраховує значення корегуючих впливів і вони надходять на ВМ (поз. 1б), обґрунтування вибору якого далі.

Для автоматичного контролю концентрації залишкового хлору в знезараженій воді як ПП застосовано концентратомір цього хлору типу КОХ-2 (поз. 10а), сигнали від якого надходять на ПрП (поз. 10б), обґрунтування вибору якого наведено далі. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами, як для тиску, тільки для концентрації цього хлору, розраховує значення корегуючих впливів і вони надходять на ВМ (поз. 6в), обґрунтування вибору якого далі.

Як ПрП для перетворення сигналів від ПП (поз. 7а; 8а; 9а; 10а) застосовано нормуючий перетворювач з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу Ш-703 (поз. 7.2; 8.2; 9.2; 10.2)..

Для автоматичних пуску/зупинки електродвигунів насосів і компресора або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ в комплекті (КМ1, КМ2, КМ3).

Для автоматичних зміни величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун із гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом, типу МЕО-1 в комплекті (поз. 6в, 8в).

У зв'язку з тим, що вище детально описано схему фрагмента АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд, функції, які реалізує ця схема, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи прохо-

дження сигналів від ПП через ПрП, або ПрП до МПК, а управляючих та корегуючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного управління (САУ) (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА.

1. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі циркулюючого активного мулу в аеротенк зміною обертів електродвигуна цього насоса:

ПрП – поз. 1а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

2. САУ тиском в нагнітальному патрубку компресора подачі повітря в аеротенк зміною обертів електродвигуна цього компресора:

ПрП – поз. 2а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

3. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса відводу надлишкового активного мулу із вторинного радіального відстійника під час його роботи зміною обертів електродвигуна цього насоса:

ПрП – поз. 3а САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ3 – ПМЕ.

4. САУ співвідношенням витрат освітленої води і повітря в аеротенк зміною обертів електродвигуна компресора подачі повітря з корекцією за наявністю БПК у воді з активним мулом після аеротенку:

ПП – поз. 4а – ДК -06;

ПП – поз. 5а – ДК -06;

ПрП – поз. 4б – САФІР-24;

ПрП – поз. 5б – САФІР-24;

ПП – поз. 9а – ЭХО-2;

ПрП – поз. 9б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

5. САУ витратою рідкого хлору в контактний резервуар зміною цієї витрати з корекцією за концентрацією залишкового хлору в незараженій воді після контактного резервуару:

ПП – поз. 6а – ДК-06;

ПП – поз. 10а – КОХ-2;

ПрП – поз. 6б – САФІР-24;

ПрП – поз. 10б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 6в – МЕО-1 в комплекті.

6. САУ рівнем активного мулу у вторинному радіальному відстійнику з автоматичними пуском/зупинкою електродвигуна насоса відводу надлишкового активного мулу з цього відстійника при необхідності:

ПП – поз. 7а – СУФ-210;

ПрП – поз. 7б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ3 – ПМЕ.

7. САУ рівнем нерозчинених речовин у контактному резервуарі відводом цих речовин з резервуара при необхідності:

ПП. – поз. 8а – СУ-101;

ПрП – поз. 8б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 8в – МЕО-1 в комплекті.

Розроблена схема фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд сприяє підвищенню продуктивності обладнання споруд на 15–20% та поліпшенню умов праці обслуговуючого персоналу.

ЛЕКЦІЯ № 7

7.1 Опис фрагменту АТП і В кондиціювання повітря із рециркуляцією повітря та функцій, які необхідно реалізувати.

7.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В кондиціювання повітря із рециркуляцією повітря та опис САУ цього фрагменту.

7.1 Опис фрагменту АТП і В кондиціювання повітря із рециркуляцією повітря та функцій, які необхідно реалізувати [5,14].

Зовнішнє повітря (3.1) (рис.3) через клапан цього повітря (9) та фільтр (1) поступає в калорифер першого підігріву (2), після якого відводиться в зрошувальну камеру (3), далі надходить в калорифер другого підігріву (4), із якого повітря (3.2) вентилятором (6) з електродвигуном подається в приміщення (8). На калорифер першого підігріву (2) подається гарячий теплоносій (1.1), а після нього відводиться теплоносій (1.2), а на калорифер другого підігріву (4) подається гарячий теплоносій (1.3), а після нього відводиться теплоносій (1.4). На зрошувальну камеру (3) насосом (5) з електродвигуном подається холодна вода (1.5), а після неї відводиться вода (1.6). Повітря (3.3), яке називають рециркуляційним, із приміщення (8) відводиться вентилятором (7) з електродвигуном та подається або через клапан (10) рециркуляційного повітря на з'єднання із зовнішнім повітрям (3.1) після клапана (9) перед фільтром (1) або через клапан (11) викиду рециркуляційного повітря. Основним завданням розробки схеми автоматизації фрагмента АТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря є автоматичне управління температурою та відносною вологістю повітря в приміщенні (8).

Точність стабілізації температури повітря у приміщенні (8) складає $\pm 1^{\circ}\text{C}$, а відносної вологості $\pm 7\%$, що відповідає вимогам комфорту. Відносна вологість вимірюється і управління нею виконується як для температури – за температурою "точки роси", що контролюють за зрошувальною камерою (3) кондиціонера.

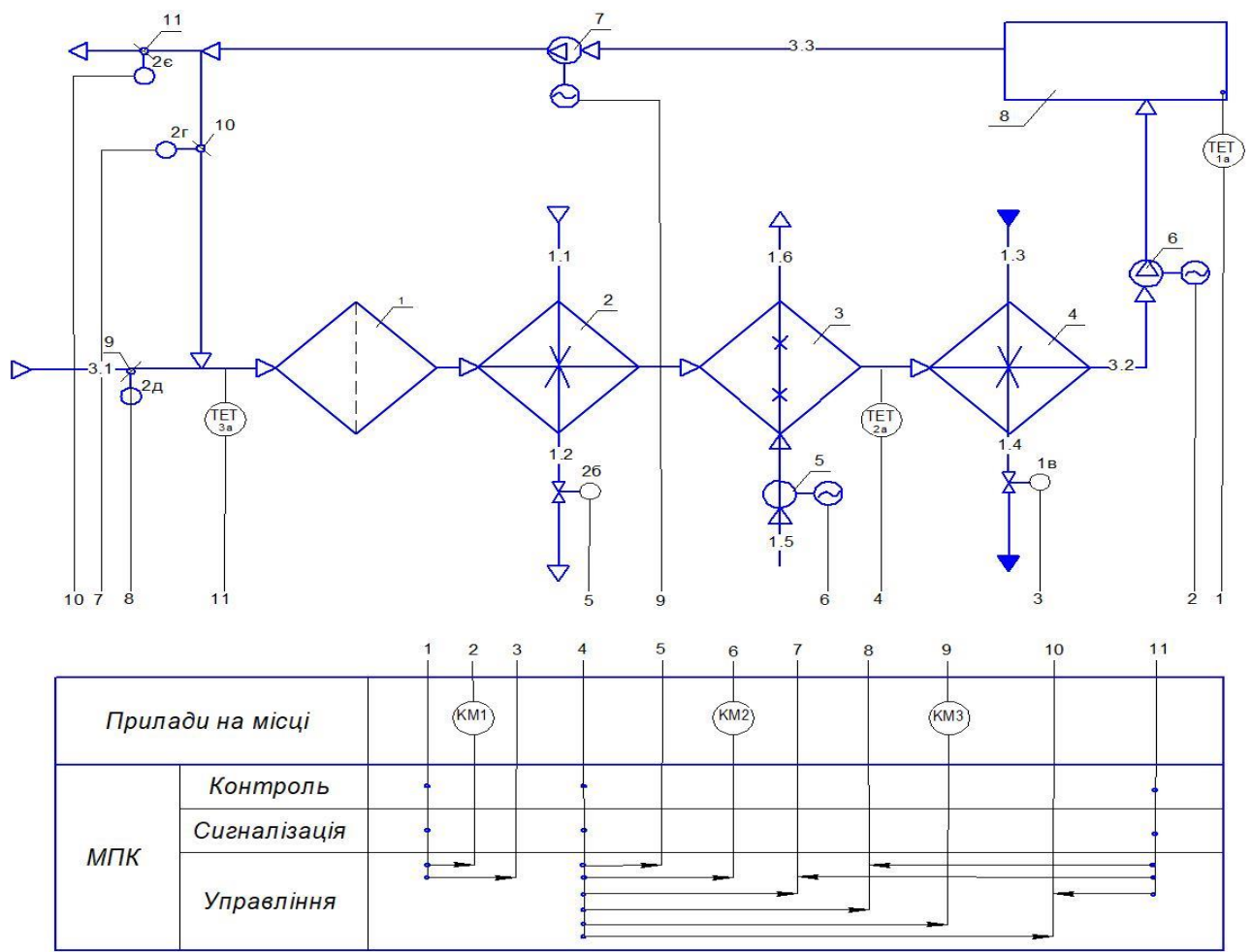


Рисунок 3 – Схема фрагменту АТП і В кондиціонування повітря із рециркуляцією повітря

Умовні позначення матеріальних потоків: 1.1 – гарячий теплоносій перед калорифера першого підігріву; 1.2 – теплоносій після цього калорифера; 1.3 – гарячий теплоносій перед калорифера другого підігріву; 1.4 – теплоносій після цього калорифера; 1.5 – холодна вода перед зрошувальної камери; 1.6 – вода після цієї камери; 3.1 – зовнішнє повітря; 3.2 – повітря, що подається у приміщення; 3.3 – рециркуляційне повітря.

Обладнання: 1 – фільтр повітря; 2 – калорифер першого підігріву; 3 – зрошувальна камера; 4 – калорифер другого підігріву; 5 – насос подачі холодної води на зрошувальну камеру із електродвигуном; 6 – вентилятор для подачі повітря у приміщення з електродвигуном; 7 – вентилятор рециркуляцій-

ного повітря із електродвигуном; 8 – приміщення; 9 – клапан зовнішнього повітря; 10 – клапан рециркуляційного повітря; 11 – клапан для викиду повітря.

Температурою "точки роси" за зрошувальною камерою (3) в різних СА ТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря та в різні пори року управляють за допомогою зміни: витрати теплоносія через калорифер (2) першого підігріву; співвідношення витрат зовнішнього (3.1) і рециркуляційного повітря (3.3); витрати холодної води (1.5), що подається на зрошувальну камеру (3) тощо.

Для фрагмента СА ТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря (рис. 3) розглянемо основні функції для трьох пір року: взимку, в перехідний період (осінь – зима чи зим – весна) і влітку:

автоматичні контроль температури повітря в приміщенні, технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль температури "точки роси", технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль температури повітря поперед фільтра, технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

7.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В кондиціювання повітря із рециркуляцією повітря та опис САУ цього фрагменту [5, 8, 14].

Для виконання вказаних функцій СА фрагмента ТА і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря застосовано багатофункціональний мікроп-

процесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю температури як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовано термоперетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4÷20 мА типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И (поз. 1а; 2а; 3а) (див. лекцію 4 тут і далі). Сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК, який за алгоритмами (див. лекцію 4) розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 1б; 1в; 2б; 2в; 2г; 2д; 2е; 2є), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичних пуску/зупинки електродвигунів відповідних вентиляторів і насосу або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ в комплекті (КМ1, КМ2, КМ3).

Для автоматичних зміни величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун із гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом, типу МЕО-1 в комплекті (поз. 1в; 2б; 2г; 2д; 2є).

Умовне зображення на рис. 7 функцій, які реалізовано МПК ОВЕН ПЛК 160, показано колами Ø 2 мм (зафарбовано).

У зв'язку з тим, що вище детально описано фрагмент АТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря, функції, які реалізує СА ТП і В, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи проходження сигналів від ПП/ПрП до МПК та управляючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного управління (САУ) (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА в різні пори року.

Для зимового періоду.

1. САУ температурою повітря у приміщенні зміною: обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в це приміщення та витрати теплоносія через калорифер другого підігріву:

ПП/ПрП – поз. 1а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ;

ВМ – поз. 1в – МЕО-1 в комплекті.

2. САУ температурою "точки роси" після зрошувальної камери змінами витрати теплоносія через калорифер першого підігріву, положеннями клапанів зовнішнього повітря та рециркуляційного повітря:

ПП/ПрП – поз.2а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 2б – МЕО-1 в комплекті.

ВМ – поз. 2д – МЕО-1 в комплекті.

ВМ – поз. 2г – МЕО-1 в комплекті.

Для перехідного періоду (зима – весна).

3. САУ температурою повітря в приміщенні припиненням подачі теплоносія через калорифер другого підігріву та зміною обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в приміщення:

ПП/ПрП – поз. 1а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1в – МЕО-1 в комплекті

ВМ – КМ1 – ПМЕ;

4. САУ температурою "точки роси" після зрошувальної камери припиненням подачі теплоносія через калорифер першого підігріву та зміною положення клапана викиду повітря і числа обертів електродвигуна вентилятора рециркуляційного повітря:

ПП/ПрП – поз.2а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 2б – МЕО-1 в комплекті

ВМ – поз. 2с – МЕО-1 в комплекті

ВМ – КМ2 – ПМЕ;

Для літнього періоду.

5. САУ температурою повітря в приміщенні зміною обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в приміщення:

ПП/ПрП – поз. 1а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ;

6. САУ температурою "точки роси" після зрошувальної камери із автоматичним пуском електродвигуна насоса подачі холодної води на зрошувальну камеру або/і зміною обертів цього електродвигуна; повним закриттям клапана рециркуляційного повітря та повним відкриттям клапана зовнішнього повітря:

ПП/ПрП – поз.2а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ3 – ПМЕ;

ВМ – поз. 2г – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 2д – МЕО-1 в комплекті.

7. САУ температурою повітря поперед фільтра при досягненні значення цієї температурою на 0,5°C більше значення комфортної температури в приміщенні повними закриттям клапана зовнішнього повітря, відкриттям клапана рециркуляційного повітря та закриттям клапана викиду повітря.

ПП/ПрП – поз.3а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 2д – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 2г – МЕО-1 в комплекті;

ВМ – поз. 2є – МЕО-1 в комплекті.

Слід зауважити, що за динамічними властивостями ТП і В к кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря в приміщенні відносять до об'єктів із розподіленими параметрами, нестационарні процеси в яких описуються диференціальними рівняннями в часткових похідних. Аналітичне вирішення

цих рівнянь вкрай утруднено, тому для інженерних розрахунків використовують спрощені залежності, які повністю справедливі тільки для об'єктів із зосередженими параметрами.

Розроблена схема фрагменту АТП і В кондиціонування повітря з рециркуляцією повітря в приміщенні сприяє підвищенню продуктивності обладнання споруд на 15-20% та поліпшенню умов праці обслуговуючого персоналу.

ЛЕКЦІЯ 8

8.1 Опис фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та функцій, які необхідно реалізувати.

8.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та опис САУ цього фрагменту.

8.1 Опис фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та функцій, які необхідно реалізувати [11, 13].

Для забезпечення неавтономних кондиціонерів холодом застосовують холодильні станції різної холодопродуктивності. Звичайно холодильні станції комплектують двома або більше холодильними установками, що працюють з проміжним холодоносієм, як правило водою. Розглянемо фрагмент СА холодильної станції на прикладі однієї холодильної машини (рис. 4).

Для нормальної роботи компресора (1) необхідно забезпечити управління підвищенням тиском холодоагенту (28) перед конденсатором (2) при нагнітанні і зниженням тиском перед компресором (1) при всмоктуванні його. Температура холодоагенту (28), яку подають на компресор (1), має бути постійною, тому її підтримують на заданому рівні зміною витрат холодоагенту (28) після теплообмінника (4), що подають на випарник (5).

Для зменшення тертя механізмів холодильної машини, що обертаються, їх постійно змащують, тому необхідно контролювати тиск змащування, наприклад, компресора (1). Передбачають захист випарника (5), щоб уникнути замерзання води (1.2) в трубах після випарника (5). Для цього на його виході контролюють температуру води (1.2), значення якої повинно бути в межах 1–3°C. Якщо за будь-якої причини значення температури знижується, треба зупинити електродвигун компресора (1).

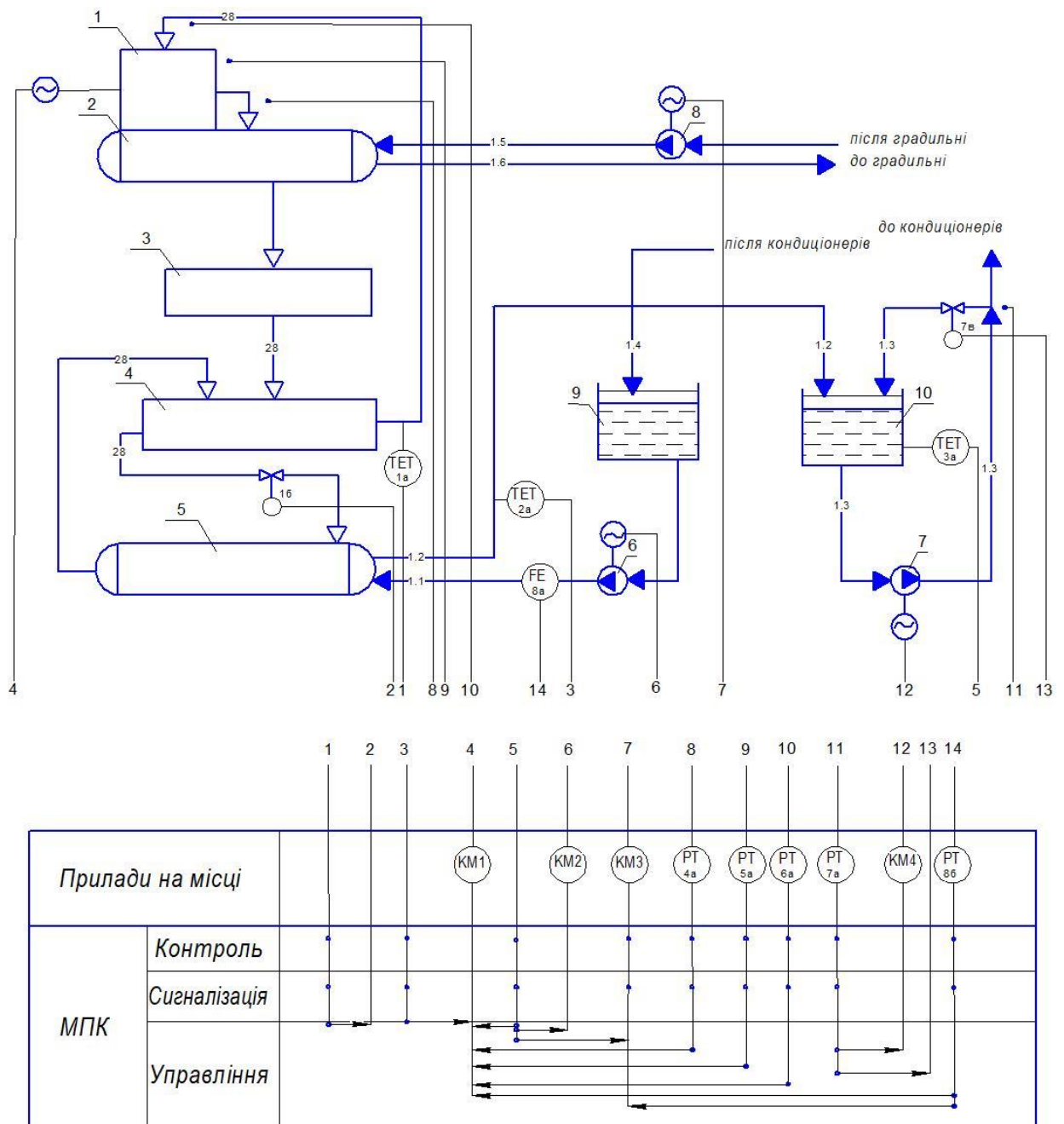


Рисунок 4 – Схема фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів

Матеріальні потоки: 1.1 – вода перед випарником; 1.2 – вода після випарника (1–3 °C); 1.3 – вода, що надходить до кондиціонерів (6–8°C); 1.4 – вода після кондиціонерів; 1.5 – вода після градирні; 1.6 – вода до градирні; 28 – холодоагент. Обладнання 1 – компресор із електродвигуном; 2 – конденса-

тор; 3 – ресивер; 4 – теплообмінник; 5 – випарник; 6 – насос подачі води на випарник з електродвигуном; 7 – насос подачі води до кондиціонерів з електродвигуном; 8 – насос подачі води на конденсатор із електродвигуном; 9 – бак води після кондиціонерів; 10 – бак холодної води.

Для дублювання захисту випарника (5) передбачають контроль витрати води (1.1) перед випарником (5). Якщо витрати стануть нижче критичного значення необхідно також зупинити електродвигун компресора (1), а через деякий час (-10с) і електродвигун насоса подачі води на конденсатор (2) із оборотного водопостачання після градирні (на СА немає). Температура води в баці (10) холодної води має бути 6–8°C. При підвищенні температури цієї води збільшують витрати води (1.1) на випарник (5) і води (1.5) на конденсатор (2) за рахунок зміни обертів електродвигунів відповідних насосів (6 і 8). Для підтримки постійного тиску води (1.3), що подається насосом (7) до кондиціонерів (на СА немає), необхідно забезпечити його контроль і управління. Воду після кондиціонерів (1.4) повертають в бак (9).

Для фрагмента СА ТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів (рис. 4) розглянемо основні функції:

автоматичні контроль температури холодоагенту після теплообмінника в компресор, технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль температури води після випарника, технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами із корекцією за витратами води в випарник;

автоматичні контроль температури води в баці холодної води, технологічна сигналізація при виході температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами із корекцією за витратами води в випарник;

автоматичні контроль підвищеним тиском холодоагенту перед конденсатором, технологічна сигналізація при виході тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль тиском змащування компресора, технологічна сигналізація при виході тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль пониженим тиском холодоагенту перед компресором, технологічна сигналізація при виході тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами;

автоматичні контроль тиском води, що подається до кондиціонерів, технологічна сигналізація при виході тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на управління відповідними виконавчими механізмами.

8.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та опис САУ цього фрагменту [7, 11, 13].

Для виконання вказаних функцій СА фрагмента АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів застосовано багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю температури як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовано термоперетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И (поз. 1а; 2а; 3а) (див. лекцію 4 тут і далі). Сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК, який за алгоритмами (див. лекцію 4) розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 1б; 2б; 3б; 3в), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю тиску відповідних параметрів як передавальний перетворювач (ПрП) застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі надлишкового тиску типу САФІР-21 (поз. 4а; 5а; 6а; 7а) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА (див. лекцію 4 тут і далі). Сигнали від цих ПрП надходять на входи МПК, який за алгоритмами (див. лекцію 4) розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 2б; 7б; 7в), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичного контролю витрати води перед випарювачем як первинний перетворювач (ПП) застосовано діафрагму камерну з фланцевим способом відбору перепаду тиску на ній типу ДК-0,6 (поз. 8а), сигнали від якої надходять на ПрП, в якості якого застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач перепаду тиску на діафрагмі типу САФІР-24 (поз. 8б) з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА. Сигнали від ПрП надходять на вхід МПК, який за відповідними алгоритмами для витрати, розраховує управляючі впливи і вони надходять на відповідні виконавчі механізми (ВМ) (поз. 2б; 3в), обґрунтування вибору яких наведено далі.

Для автоматичних пуску/зупинки електродвигунів відповідних компресора і насосів або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ в комплекті (КМ1, КМ2, КМ3, КМ4).

Для автоматичних зміни величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун із гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом, типу МЕО-1 в комплекті (поз. 1б; 7в).

Умовне зображення на рис. 8 функцій, які реалізовано МПК ОВЕН ПЛК 160, показано колами Ø 2 мм (зафарбовано).

У зв'язку з тим, що вище детально описано фрагмент ТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів, функції, які реалізує СА ТП і В, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи прохо-

дження сигналів від ПП/ПрП, ПП через ПрП, або ПрП до МПК, а управляючих та корегуючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного управління (САУ) (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА.

1. САУ температурою холодоагенту після теплообмінника в компресор зміною витрати холодоагенту після теплообмінника в випарювач:

ПП/ПрП – поз. 1а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1б – МЕО-1 в комплекті.

2. САУ температурою води після випарювача зміною обертів електродвигуна компресора із корекцією за витратами води в випарювач:

ПП/ПрП – поз. 2а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

ПП – поз. 8а – ДК -06;

ПрП – поз. 8б – САФІР-24;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

3. САУ температурою холодної води в баці цієї води зміною обертів електродвигунів компресора та насосів подачі води із бака води після кондиціонерів і подачі води після градильні із корекцією за витратами води в випарник:

ПП/ПрП – поз. 3а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

ПП – поз. 8а – ДК – 06;

ПрП – поз. 8б – САФІР-24;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

ВМ – КМ3 – ПМЕ.

4. САУ підвищеним тиском холодоагенту перед конденсатором зміною обертів електродвигуна компресора:

ПрП – поз. 4а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

5. САУ тиском змащування компресора зміною обертів електродвигуна компресора та його зупинки при необхідності.

ПрП – поз. 5а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

6. САУ зниженим тиском холодоагенту поперед компресора зміною обертів електродвигуна компресора:

ПрП – поз. 6а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

7. САУ тиском води, що подається до кондиціонерів, зміною обертів електродвигуна насоса подачі цієї води та витрати води до баку холодної води:

ПрП – поз. 7а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ4 – ПМЕ.

ВМ – поз. 7б – МЕО-1 в комплекті.

Розроблена схеми фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів забезпечує більш високу надійність їх роботи порівняно із локальними СА та поліпшує умови праці обслуговуючого персоналу.

ЛЕКЦІЯ 9

9.1 Опис фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та функцій, які необхідно реалізувати.

9.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та опис САУ цього фрагменту.

9.1 Опис фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та функцій, які необхідно реалізувати [15-17].

Фрагмент АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г представлено на рис. 5. У водогрійному котлі (1) відбувається процес перетворення теплової енергії природного газу (28), що спалюється для нагріву холодної води (1.1), яка подається насосом (2) з електродвигуном до нього. Гаряча вода (1.2) після водогрійного котла (1) надходить споживачам. Для забезпечення заданої температури цієї води (1.2) виконують автоматичні контроль і управління нею зміною витрат природного газу (28) до водогрійного котла (1). Нормальну роботу насоса (2), вентилятора (3) і димососа (4) забезпечують автоматичним контролем тиску в нагнітальних патрубках насоса (2) і вентилятора (3), а також – розрідження у всмоктувальному патрубку димососу (4) та управління ними зміною числа обертів відповідних електродвигунів. Оскільки температура гарячої води (1.2) залежить також від витрат холодної води (1.1), то необхідно управляти співвідношенням витрат холодної води (1.1), природного газу (28) і повітря (3) до водогрійного котла (1) зміною витрат повітря (3), а для цього виконують контроль витрат цих параметрів. Окрім того, при аварійному припиненні витрат холодної води (1.1), виконують автоматичне відключення витрат природного газу (28) і повітря (3) до водогрійного котла (1). А при подачі холодної води необхідно забезпечити автоматичне запалювання полум'я та контроль горіння цього полум'я і основного факела.

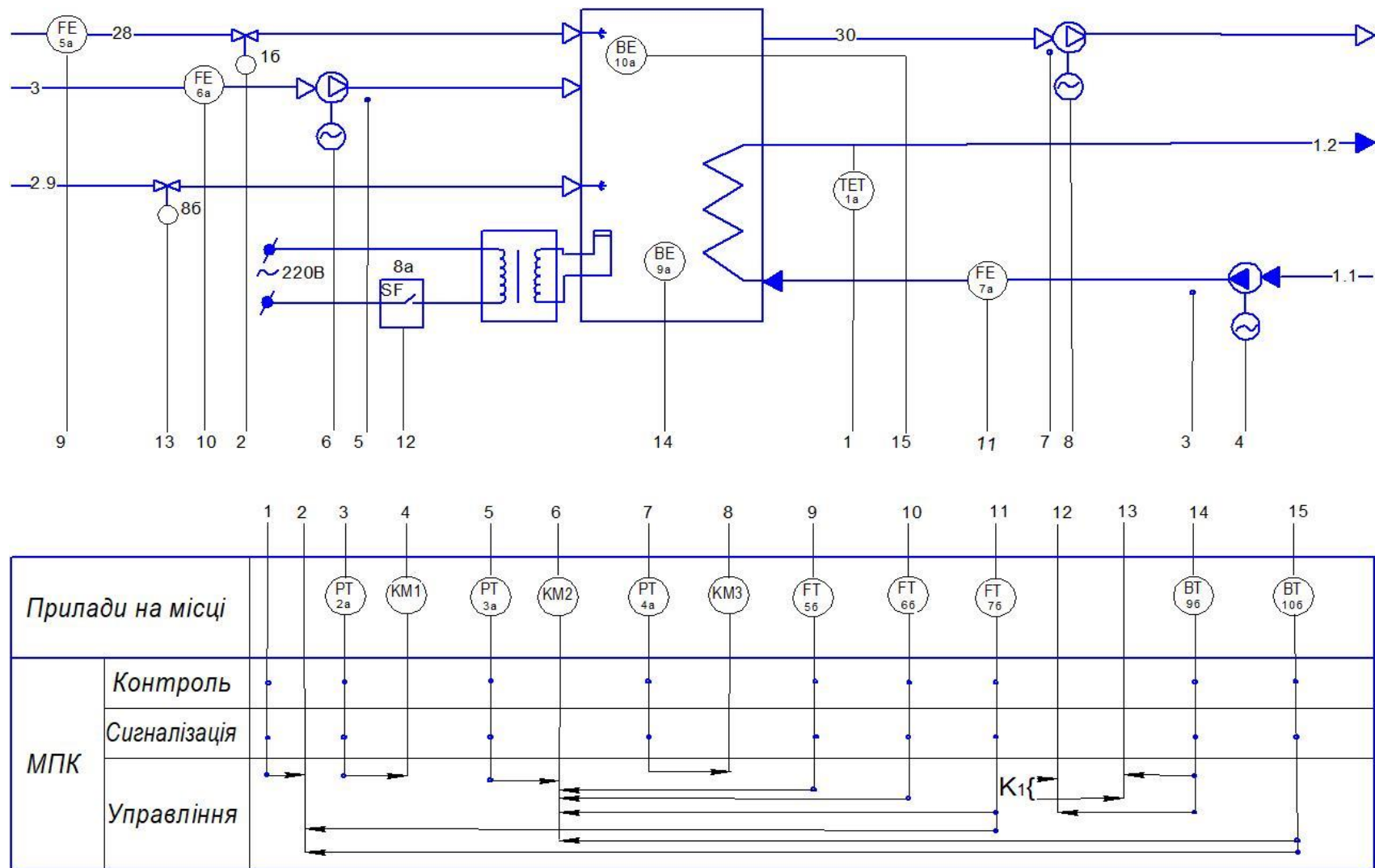


Рисунок 5 – Схема фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г

Матеріальні потоки: 1.1 – холодна вода до водогрійного котла; 1.2 – гаряча вода після водогрійного котла; 3 – повітря до водогрійного котла; 28 – природний газ до водогрійного котла; 29 – природний газ для запалювання полум'я; 30 – дим після водогрійного котла. Обладнання: 1 – водогрійний котел; 2 – насос подачі холодної води до водогрійного котла із електродвигуном; 3 – вентилятор подачі повітря до водогрійного котла із електродвигуном; 4 – димосос із електродвигуном; 5 – електрична котушка запалювання полум'я.

Для реалізації СА ТП і В водогрійного котла застосовано 2 МПК типу ОВЕН ПЛК 160.

Для автоматичного контролю деяких параметрів описаного технологічного процесу застосовані сучасні контрольно-вимірювальні прилади.

Для запалювання полум'я в водогрійному котлі (1) застосовують електричну котушку запалювання полум'я (5) типу КЗПЕ, напруга живлення якої 220 В перемінного струму. Необхідно забезпечити автоматичне запалювання полум'я і контроль горіння цього полум'я і основного факела.

Для фрагмента АТП і В водогрійного котла реалізовано наступні функції:

автоматичні контроль температури гарячої води після водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході цієї температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну витрат природного газу до водогрійного котла;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса подачі холодної води до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль вакууму (розрідження) у всмоктувальному патрубку димососа із водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль співвідношенням витрат холодної води, природного газу і повітря до водогрійного котла, технологічна сигналізація при виході цього співвідношення за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря до водогрійного котла;

автоматичні контроль витрат холодної води до водогрійного котла, технологічна сигналізація при аварійному припиненню подачі холодної води, видача управляючих впливів на автоматичне відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла;

автоматичні контроль включення котушки запалювання полум'я за таймером K1, технологічна сигналізація і управління подачею природного газу для запалювання цього полум'я;

автоматичні контроль горіння полум'я запалювання, технологічна сигналізація і управління відключенням котушки запалювання полум'я і припиненням подачі природного газу для запалювання цього полум'я;

автоматичні контроль горіння основного факела, технологічна сигналізація при аварійному припиненню подачі природного газу, видача управляючих впливів на автоматичне відключення подачі повітря і холодної води до водогрійного котла.

9.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та опис САУ цього фрагменту [8,15].

Для виконання вказаних функцій СА фрагмента ТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г застосовано багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю температури як первинно-передавальний (ПП/ПрП) перетворювач застосовано термоперетворювач опору мідний з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4÷20 мА типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И (поз. 1а) (див. лекцію 4 тут і далі), сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК ОВЕН ПЛК 160. За алгоритмами "контроль температури" ці сигнали перетворюються у значення температури (°С). У випадку, коли значення температури виходить за межі значень технологічного регламенту (верхнє чи нижнє), МПК за іншими алгоритмами виконує функцію "технологічна сигналізація" з видачею звукових та світлових сигналів і реєстрацією цих значень на лицьовій стороні контролеру ОВЕН ПЛК 160. Для видачі управляючих впливів МПК за алгоритмами "управління" розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідні виконавчі механізми.

Для автоматичного контролю тиску матеріальних потоків у відповідних точках технологічної схеми як ПрП застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач надлишкового (надмірного) тиску із уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР-21 (поз. 2.а; 3.а) сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК. За відповідними алгоритмами, як для температури, сигнали перетворюються у значення тиску (МПа). У випадку, коли значення тиску виходять за межі значень технологічного регламенту (верхнє чи нижнє), МПК виконує аналогічні дії, як для температури. Для видачі керуючих впливів МПК за третіми алгоритмами «управління» розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідні виконавчі механізми.

Для автоматичного контролю розрідження (вакууму) у всмоктувальному патрубку димососа із водогрійного котла як ПрП застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач розрідження (вакууму) із уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР-22 (поз. 4.а), сигнали від якого надходять на відповідний вхід МПК. За відповідними алгоритмами, як для температури, ці сигнали перетворюють у значення вакууму (КПа). У випадку, коли значення розрідження виходять за межі значень технологічного

регламенту (верхнє чи нижнє), МПК виконує аналогічні дії, як для температури. Для видачі керуючих впливів МПК за алгоритмом "управління" розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідний виконавчий механізм.

Для автоматичного контролю витрат матеріальних потоків у відповідних точках технологічної схеми як ПП застосовано діафрагму камерну типу ДК-6 (поз. 7.а), сигнали від яких надходять на ПрП – вимірювальний тензорезисторний перетворювач перепаду тиску на камерній діафрагмі з уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР- 24 (поз. 5.б; 6.б; 7б), сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК. А далі МПК виконує аналогічні алгоритми, як для температури або тиску, тільки значення витрат ($\text{м}^3/\text{г}$).

Для автоматичного відключення котушки запалювання полум'я при аварійному погасанні та виданням управляючих впливів на припинення подачі природного газу для запалювання цього полум'я застосовано прилад контролю полум'я Ф 34.2 (поз.9а, 10а).

Для автоматичних пуску/зупинки електродвигунів відповідних вентиляторів і насосів або зміни їх обертів як ВМ застосовано пускач магнітоелектричного типу ПМЕ в комплекті (КМ1, КМ2).

Для автоматичних зміни величини витрат матеріальних потоків, припинення або відновлення їх як ВМ застосовано електричний однообертовий двигун із гальмом, який механічно з'єднано з регулюючим органом, типу МЕО-1 в комплекті (поз. 1б).

Умовне зображення на рис. 5 функцій, які реалізовано МПК ОВЕН ПЛК 160, показано колами Ø 2 мм (зафарбовано), а таймер – як К1.

У зв'язку з тим, що вище детально описано фрагмент АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г, функції, які реалізує АТП і В, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи проходження сигналів від ПП/ПрП, ПП через ПрП, або ПрП до МПК, а управляючих та ко-

регулюючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного управління (САУ) (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА.

1. САУ температурою гарячої води після водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну витрат природного газу до цього котла. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 1.а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1.б – МЕО-1.

2. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі холодної води до водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 2.а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

3. САУ тиском в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 3.а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

4. САУ розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа із водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 4.а - САФІР-22;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

5. САУ співвідношенням витрат природного газу, повітря і холодної води до водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря. Система складається із:

ПП – поз. 5.а, 6.а, 7.а – ДК-0,6;

ПрП – поз. 5.б, 6.б, 7.б – САФІР-24;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

6. САУ видачі управляючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря при аварійному припиненні подачі холодної води до водогрійного котла. Система складається із:

ПП – поз. 7.а – ДК-06;

ПрП – поз. 7.б – САФІР-24 ;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1.б – МЕО-1; ВМ – КМ2 – ПМЕ.

7. САУ включенням котушки запалювання полум'я за таймером К1 із видачею управляючих впливів на подачу природного газу для запалювання цього полум'я. Система складається із:

таймер – К1 (відповідний алгоритм МПК);

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 8.а – SF (вимикач автоматичний);

ВМ – поз. 8.б – МЕО-1.

8. САУ відключенням котушки запалювання полум'я при аварійному загасанні його із виданням управляючих впливів на припинення подачі природного газу для запалювання цього полум'я. Система складається із:

ПП – поз. 9.а – Ф 24.2;

ПрП – поз. 9.б – Ш – 703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 8.а – SF (вимикач автоматичний);

ВМ – поз. 8.б – МЕО-1.

9. САУ горінням основного факелу у водогрійному котлі з виданням управляючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла при аварійному загасанні основного факелу. Система складається із:

ПП – поз. 10.а – Ф 24.2;

ПрП – поз. 10.б – Ш-703;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1.б – МЕ0-1;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

Реалізація схеми фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г сприяє підвищенню його продуктивності на 15-20% порівняно з дистанційним управлінням цим котлом.

ЛЕКЦІЯ 10

10.1 Опис фрагменту АТП і В енергоблоку теплової електростанції (ТЕС) та функцій, які необхідно реалізувати [14, 15, 17].

10.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В ТЕС та опис САУ цього фрагменту [7, 14].

10.1 Опис фрагменту АТП і В енергоблоку теплової електростанції (ТЕС) та функцій, які необхідно реалізувати [14, 15, 17].

Фрагмент АТП і В ТЕС представлено на рис. 10. У прямоточному агрегаті (1) відбувається процес перетворення теплової енергії природного газу (28), що спалюється, і технічної води (1.4) в енергію перегрітої пари. Процес генерації пари в прямоточному котлоагрегаті (1) здійснюється підігрівом технічної води (1.4) у водяному економайзері (1.1) до температури кипіння (фазовий перехід при надкритичному тиску), утворенням пари (2.1), яка надходить до турбіни (2). Пара (2.2) після неї нагрівається в пароперегрівачі (1.2) до пари (2.3) із заданою температурою. Пара (2.3) із пароперегрівача (1.2) поступає в парову турбіну (2). В її проточній частині відбувається процес розширення пари і перетворення теплової енергії водяної пари в механічну енергію обертання ротора турбіни та електричного генератора (10). Таким чином, пара (2.2) після частини турбіни (2) високого тиску (ВТ) надходить у пароперегрівач (1.2), після нього пара (2.3) надходить у частину турбіни (2) із середнім тиском (СТ) і потім – в частину турбіни (2) з низьким тиском (НТ). З останньої частини турбіни (2) пара (2.4) надходить до конденсаційної установки (3), де в конденсаторі (3.1) конденсується за допомогою охолоджуваної (циркуляційної) води (1.1), тепло конденсації відводиться нагрітою водою (1.2) в систему охолодження (на рис. 6 не показана), а потім знову надходить до конденсаційної установки (3).

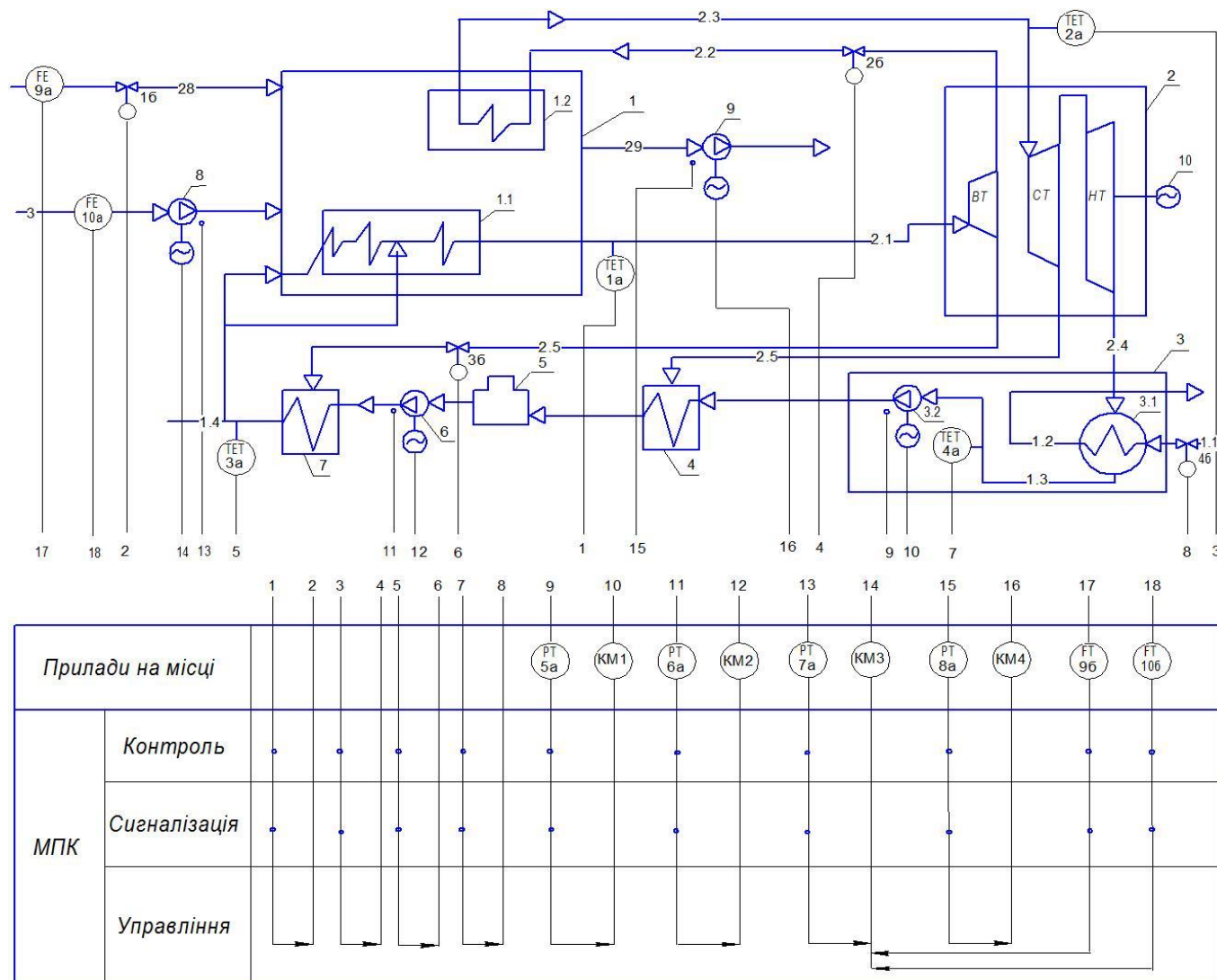


Рисунок 6 – Схема фрагменту АТП і В енергоблоку теплової електростанції

Матеріальні потоки: 1.1 – охолоджувана (циркуляційна) вода; 1.2 – нагріта вода; 1.3 – вода і конденсат; 1.4 – вода технічна до котлоагрегату; 2.1 – пара після водяного економайзера; 2.2 – пара до пароперегрівача; 2.3 – пара після пароперегрівача; 2.4 – пара після частини парової турбіни низького тиску (НТ); 2.5 – пара після частини парової турбіни середнього тиску (СТ); 2.6 – пара після частини парової турбіни високого тиску (ВТ); 3 – повітря до котлоагрегату; 28 – природний газ до котлоагрегату; 29 – дим після котлоагрегату. Обладнання: 1 – прямоточний котлоагрегат в складі: 1.1 – водний економайзер; 1.2 – пароперегрівач; 2 – парова турбіна із трьох частин: ВТ – високого тиску, СТ – середнього тиску, НТ – низького тиску; 3 – конденсаційна установка в складі: 3.1 – конденсатор; 3.2 – конденсаційний насос із електродвигуном; 4 – регенераційний підігрівач низького тиску (РПНТ); 5 – деаератор; 6 – насос живлення котлоагрегату із електродвигуном; 7 – регенераційний підігрівач високого тиску (РПВТ); 8 – вентилятор подачі повітря до котлоагрегату з електродвигуном; 9 – димосос з електродвигуном; 10 – електричний генератор.

Пара (2.5) після частини турбіни (2) СТ надходить до регенераційного підігрівача (4) низького тиску (РПНТ), а після частини турбіни (2) ВТ – до такого ж підігрівача (7) тільки високого тиску (РПВТ).

Воду і конденсат (1.3) після конденсатора (3.1) конденсаційним насосом (3.2) із електродвигуном подають через РПНТ (4) в деаератор (5), а із нього насосом живлення (6) із електродвигуном через РПВТ (7) технічну воду (1.4) подають в котлоагрегат (1). Для забезпечення відповідних температур та тиску в прямоточному котлоагрегаті (1) повітря (3) подають вентилятором подачі його (8) із електродвигуном, а дим (29) відводять димососом (9) з електродвигуном. Для теплоенергетичного обладнання енергоблоку характерні високі швидкості протікання перехідних процесів, які визначаються процесами спалення природного газу (28) і змінами електричного навантаження. Забезпечення працездатності енергоблоку досягається за рахунок управління конт-

рольованими параметрами в діапазоні регламентних значень, серед яких в першу чергу - температура і тиск у відповідних місцях технологічної схеми енергоблоку. При цьому це завдання повинне вирішуватися для багатьох можливих режимів за умов значних зовнішніх збурюючих впливів і зміни характеристик обладнання в ході експлуатації. Тому АСК ТП енергоблоку повинна розраховувати і видавати керуючі впливи на забезпечення заданих навантажень і ліквідації збурюючих впливів за умов, які зумовлені можливостями конструкційних матеріалів теплоенергетичного обладнання. Це необхідно для досягнення максимально можливого коефіцієнта корисної дії (ККД) і забезпечення безаварійності і довговічності його роботи.

Для схеми фрагменту АТП і В пароводяного тракту енергоблоку (рис. 6) реалізовано такі функції:

автоматичні контроль температури пари після водяного економайзера, технологічна сигналізація при виході цієї температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну витрат природного газу в прямоточний котлоагрегат;

автоматичні контроль температури пари після пароперегрівача, технологічна сигналізація при виході цієї температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну витрат пари до пароперегрівача;

автоматичні контроль температури води технічної до котлоагрегату, технологічна сигналізація при виході цієї температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну витрат пари після частини парової турбіни високого тиску до відповідного регенераційного підігрівача;

автоматичні контроль температури води і конденсату після конденсатора, технологічна сигналізація при виході цієї температури за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну витрат охолоджувальної (циркуляційної) води до конденсатора;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса конденсаційного, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку насоса живлення котлоагрегату, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль тиску в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до котлоагрегату, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль вакууму (розрідження) у всмоктувальному патрубку димососа із котлоагрегату, технологічна сигналізація при виході цього тиску за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна;

автоматичні контроль співвідношенням витрат природного газу і повітря до прямооточного котлоагрегату, технологічна сигналізація при виході цього співвідношення за межі значень технологічного регламенту, розрахунок і видача управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря до цього котлоагрегату.

10.2 Розробка схеми фрагменту АТП і В ТЕС та опис САУ цього фрагменту [7, 14].

Для виконання вказаних функцій схеми фрагменту АТП і В ТЕС застосовано багатофункціональний мікропроцесорний контролер (МПК) типу ОВЕН ПЛК 160 (див. лекцію 4).

Для автоматичного контролю температури матеріальних потоків у відповідних точках технологічної схеми, як ПП/ПрП застосовано термоперетво-

рювачі опору платинові з уніфікованими сигналами постійного струму 4 -20 мА типу ОВЕН ДТС 100М 5М.И (поз. 1.а; 2.а; 3.а; 4.а), сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК ОВЕН ПЛК 160. За алгоритмами "контроль температури" ці сигнали перетворюються у значення температури ($^{\circ}\text{C}$). У випадку, коли значення температури виходить за межі значень технологічного регламенту (верхнє чи нижнє), МПК за іншими алгоритмами виконує функцію "технологічна сигналізація" з видачею звукових та світлових сигналів і реєстрацією цих значень на лицьовій стороні контролеру ОВЕН ПЛК 160. Для видачі управляючих впливів МПК за алгоритмами "управління" розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідні виконавчі механізми.

Для автоматичного контролю тиску матеріальних потоків у відповідних точках технологічної схеми як ПрП застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач надлишкового (надмірного) тиску із уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР-21 (поз. 5.а; 6.а; 7.а) сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК. За відповідними алгоритмами, як для температури, сигнали перетворюються у значення тиску (МПа). У випадку, коли значення тиску виходять за межі значень технологічного регламенту (верхнє чи нижнє), МПК виконує аналогічні дії, як для температури. Для видачі керуючих впливів МПК за третіми алгоритмами "управління" розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідні виконавчі механізми.

Для автоматичного контролю розрідження (вакууму) диму перед димососом як ПрП застосовано вимірювальний тензорезисторний перетворювач розрідження (вакууму) із уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР-22 (поз. 8.а), сигнали від якого надходять на відповідний вхід МПК. За відповідними алгоритмами, як для температури, ці сигнали перетворюють у значення вакууму (КПа). У випадку, коли значення розрідження виходять за межі значень технологічного регламенту (верхнє чи нижнє), МПК виконує аналогічні дії, як для температури. Для видачі керуючих впливів

МПК за алгоритмом "управління " розраховує величину цих впливів і надсилає їх на відповідний виконавчий механізм.

Для автоматичного контролю витрат матеріальних потоків у відповідних точках технологічної схеми як ПП застосовано діафрагму камерну типу ДК-6 (поз. 9.а; 10.а), сигнали від яких надходять на ПрП – вимірювальний тензорезисторний перетворювач перепаду тиску на камерній діафрагмі з уніфікованими сигналами постійного струму 4-20 мА типу САФІР- 24 (поз. 9.б; 10.б), сигнали від яких надходять на відповідні входи МПК. А далі МПК виконує аналогічні алгоритми, як для температури або тиску, тільки значення витрат ($\text{м}^3/\text{г}$).

Для зміни витрат матеріальних потоків як виконавчий механізм (ВМ) застосовано однообертовий електричний двигун типу МЕО-1 (поз. 1.б; 2.б; 3.б; 4.б). Для автоматичного пуску/зупинки електродвигунів відповідного обладнання або для зміни числа обертів електродвигуна як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ (КМ1, КМ2, КМ3, КМ4).

Умовне зображення функцій, які реалізовано МПК ОВЕН ПЛК 160 на рис. 6 показано колами $\varnothing 2\text{мм}$.

Опис застосованих контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації (ПП, ПрП, ВМ) наведено в.

У зв'язку з тим, що вище детально описано фрагмент ТП і В енергоблоку теплової електростанції, функції, які реалізує СА ТП і В, обґрунтування вибору сучасних КВП та ЗА, в тому числі МПК, шляхи проходження сигналів від ПП/ПрП, ПП через ПрП, або ПрП до МПК, а управляючих та корегуючих впливів від МПК до ВМ, наведемо тільки повну назву всіх систем автоматичного управління (САУ) (в порядку, як описано функції), основні елементи САУ, їх позиції і типи КВП та ЗА.

1. САУ температурою пари після водяного економайзера з видачею управляючих впливів на зміну витрат природного газу в прямооточний котлоагрегат. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 1.а – ТСПУ- 0288;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 1.б – МЕО-1.

2. САУ температурою пари після пароперегрівача з видачею управляючих впливів на зміну витрат пари до пароперегрівача. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 2.а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 2.б – МЕО-1.

3. САУ температурою води технічної до котлоагрегату з видачею управляючих впливів на зміну витрат пари після частини парової турбіни високого тиску до відповідного регенераційного підігрівача. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 3.а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 3.б – МЕО-1.

4. САУ температурою води і конденсату після конденсатора з видачею управляючих впливів на зміну витрат охолоджуваної (циркуляційної) води до конденсатора. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 4.а – ОВЕН ДТС 100М 5М.И;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – поз. 4.б – МЕО-1.

5. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса конденсаційного із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 5.а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ1 – ПМЕ.

6. САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса живлення котлоагрегату із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 6.а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ2 – ПМЕ.

7. САУ тиском в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до котлоагрегату із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 7.а – САФІР-21;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ3 – ПМЕ.

8. САУ розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна. Система складається із:

ПрП – поз. 8.а – САФІР-22;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ4 – ПМЕ.

9. САУ співвідношенням витрат природного газу і повітря до прямооточного котлоагрегату та виданням управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря. Система складається із:

ПП – поз. – 9.а; 10.а – ДК-0,6;

ПрП – поз. – 9.б; 10.б – САПФІР-24;

МПК – ОВЕН ПЛК 160;

ВМ – КМ3 – ПМЕ.

Розроблена схема фрагменту АТП і В енергоблоку ТЕС дозволяє підвищити його продуктивність на 15-20% порівняно з дистанційним управлінням енергоблоком та поліпшує умови праці обслуговуючого персоналу.

Запитання для самостійної підготовки студентів за темою 2

1. Напишіть повну назву САУ температурою води після змішувача і САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі розчину коагулянту в змішувач і з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
2. Напишіть повну назву САУ співвідношенням витрат початкової води і . розчину коагулянту в змішувач з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
3. Напишіть повну назву САУ співвідношення витрат води після змішувача і повітря на флотатор-фільтр з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
4. Напишіть повну назву САУ каламутністю обробленої води після флотатора-фільтра з автоматичним перемиканням його на промивку при необхідності з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
5. Напишіть повну назву САУ якістю промивки флотатора-фільтра з автоматичним перемиканням його в режим нормальної роботи при необхідності з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
6. Напишіть повні назви САУ тиском в нагнітальних патрубках насосів подачі циркулюючого активного мулу в аеротенк та відводу надлишкового активного мулу із вторинного радіального відстійника з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
7. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку компресора подачі повітря в аеротенк з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.
8. Напишіть повну назву САУ співвідношенням витрат освітленої води і повітря в аеротенк з корекцією за наявністю БПК у воді з активним му-

лом після аеротенку з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

9. Напишіть повну назву САУ витратою рідкого хлору в контактний резервуар з корекцією за концентрацією залишкового хлору в знезараженій воді після контактного резервуару з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

10. Напишіть повні назви САУ рівнями активного мулу у вторинному радіальному відстійнику та нерозчинних речовин у контактному резервуарі з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

11. Напишіть повну назву САУ температурою повітря у приміщенні в зимовий період змінами обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в це приміщення та витрати теплоносія через калорифер другого підігріву з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

12. Напишіть повну назву САУ температурою "точки роси" повітря після зрошувальної камери в зимовий період змінами: витрат теплоносія через калорифер першого підігріву; положення клапанів зовнішнього повітря та рециркуляційного повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

13. Напишіть повну назву САУ температурою повітря в приміщенні для перехідного періоду (зима – весна) припиненням подачі теплоносія через калорифер другого підігріву та зміною обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в приміщення з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

14. Напишіть повну назву САУ температурою "точки роси" після зрошувальної камери для перехідного періоду (зима – весна) припиненням подачі теплоносія через калорифер першого підігріву та зміною положення клапана викиду повітря і числа обертів електродвигуна вентилятора рециркуляційного повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

15. Напишіть повну назву САУ температурою повітря в приміщенні для літнього періоду зміною обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря в приміщення з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

16. Напишіть повну назву САУ температурою "точки роси" для літнього періоду після зрошувальної камери із автоматичним пуском електродвигуна насоса подачі холодної води на зрошувальну камеру або/і зміною обертів цього електродвигуна; повним закриттям клапана рециркуляційного повітря та повним відкриттям клапана зовнішнього повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

17. Напишіть повну назву САУ температурою повітря для літнього періоду перед фільтром при досягненні значення цієї температурою на $0,5^{\circ}\text{C}$ більше значення комфортної температури в приміщенні повними закриттям клапана зовнішнього повітря, відкриттям клапана рециркуляційного повітря та закриттям клапана викиду повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

18. Напишіть повну назву САУ температурою холодоагенту після теплообмінника в компресор зміною витрати холодоагенту після теплообмінника в випарювач з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

19. Напишіть повну назву САУ температурою води після випарювача зміною обертів електродвигуна компресора із корекцією за витратами води в випарювачі з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

20. САУ температурою холодної води в баці цієї води зміною обертів електродвигунів компресора та насосів подачі води із бака води після кондиціонерів і подачі води після градильні із корекцією за витратами води в випарник з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

21. САУ підвищеним тиском холодоагенту перед конденсатором змінною оберті́в електродвигуна компресора з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

22. САУ тиском змащування компресора змінною оберті́в електродвигуна компресора та його зупинки при необхідності з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

23. САУ пониженим тиском холодоагенту поперед компресора змінною оберті́в електродвигуна компресора з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

24. САУ тиском води, що подається до кондиціонерів, мінною оберті́в електродвигуна насоса подачі цієї води та витрати води до баку холодної води з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

25. Напишіть повну назву САУ температурою гарячої води після водогрійного котла з виданням управляючих впливів на зміну витрат природнього газу в прямоточний котлоагрегат з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

26. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса подачі холодної води до водогрійного котла з виданням управляючих впливів на зміну числа оберті́в його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

27. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа оберті́в його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

28. Напишіть повну назву САУ розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа із водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа оберті́в його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

29. Напишіть повну назву САУ співвідношенням витрат природного газу, повітря і холодної води до водогрійного котла з видачею управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

30. Напишіть повну назву САУ видачі управляючих впливів на відключенням подачі природного газу і повітря при аварійному припиненню подачі холодної води до водогрійного котла з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

31. Напишіть повну назву САУ включенням котушки запалювання полум'я за таймером K1 із видачею управляючих впливів на подачу природного газу для запалювання цього полум'я з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

32. Напишіть повну назву САУ відключенням котушки запалювання полум'я при аварійному загасанні його із виданням управляючих впливів на припинення подачі природного газу для запалювання цього полум'я з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

33. Напишіть повну назву САУ горінням основного факелу у водогрійному котлі із видачею управляючих впливів на відключення подачі природного газу і повітря до водогрійного котла при аварійному загасанні основного факелу з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

34. Напишіть повну назву САУ температурою пари після водяного економайзера з видачею управляючих впливів на зміну витрат природного газу в прямоточний котлоагрегат з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

35. Напишіть повну назву САУ температурою пари після пароперегрівача з видачею управляючих впливів на зміну витрат пари до пароперегрівача з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

36. Напишіть повну назву САУ температурою води технічної до котлоагрегату з видачею управляючих впливів на зміну витрат пари після частини парової турбіни високого тиску до відповідного регенераційного підігрівача з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

37. Напишіть повну назву САУ температурою води і конденсату після конденсатора з видачею управляючих впливів на зміну витрат охолоджуваної (циркуляційної) води до конденсатора з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

38. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса конденсаційного із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

39. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку насоса живлення котлоагрегату із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

40. Напишіть повну назву САУ тиском в нагнітальному патрубку вентилятора подачі повітря до котлоагрегату із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

41. Напишіть повну назву САУ розрідженням (вакуумом) у всмоктувальному патрубку димососа із видачею управляючих впливів на зміну числа обертів його електродвигуна з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

42. Напишіть повну назву САУ співвідношенням витрат природного газу і повітря до прямооточного котлоагрегату із виданням управляючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна вентилятора подачі повітря з визначенням приладів контролю та управління з номерами їх позицій на СА.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: Підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – К. : Либідь. – 1997. – 544 с.
2. Власов К. П. Теория автоматического управления. Основные положения. Примеры расчета. Учебное пособие. Изд. второе, испр. и доп. – Харьков: Изд-во Гуманитарный центр, 2013. – 544 с.
3. Ладанюк А. П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості / А. П. Ладанюк, В. Г. Трегуб, І. В. Ельперін. – Київ, – 2001. – 415 с.
4. Федотов А. В. Автоматизация управления в производственных системах / А. В. Федотов. – Омск: Изд-во Омского ГТУ. – 2001. – 358 с.
5. Евгеньев Г. Б. Основы автоматизации технологических процессов и производств: Учебное пособие в 2 т. Т. 1 / Г. Б. Евгеньев, С. С. Гаврюшин, А. В. Грошев и др.; под. ред. Г. Б. Евгеньева: М: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2015. – 441 с.
6. Проць Я. І. Автоматизація неперервних технологічних процесів / Я. І. Проць, О. А. Данилюк, Т. Б. Лобур. Навч. Посіб. – Тернопіль: ТДТУ ім. Пулюя. – 2008. – 239 с.
7. Тошинський В. І. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Навчальний посібник: / В. І. Тошинський, М. О. Подустов та ін. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2006. – 412 с.
8. Трегуб В. П. «Проектування систем автоматизації»: Навчальний посібник / В. П. Трегуб. – К.: Вид-во Ліра-К. – 2014. – 344 с.
9. Каталог продукції ОВЕН: [Електронний ресурс]. 2018-2019. URL: (https://owen.ua/uploads/92/catalog_2018-2019.pdf).
10. Бабіченко А. К. Промислові засоби автоматизації. Ч2. Регульовані і виконавчі пристрої / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов,

В. І. Молчанов, М. О. Подустов та ін. Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003 р. –658 с.

11. Медведев А. Е. Автоматизация производственных процессоа / А. Е. Медведев, А. В. Чупин. Учебное пособие. Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово. 2009. – 325 с.

12. Бобух А. О. Автоматизація систем водопостачання та водовідведення: Навчальний посібник / А. О. Бобух, О. І. Макєєв, О. В. Гейко. – Харків: ХНАМГ. – 2007. – 183 с.

13. Волчкевич Л. И. Автоматизация производственных процессов / Л. И. Волчкевич: Учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Машиностроение. –2007. – 380 с.

14. Бобух А. О. Автоматизація інженерних систем: Навчальний посібник / А. О. Бобух. – Харків : ХНАМГ. 2005. – 212 с.

15. Шульгин Ю. В. Автоматизация тепловых процессов и установок / Ю. В. Шульгин, В. В. Гладкий. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2001. – 158 с.

16. Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б. В. Яковлев. – М.: Новости теплоснабжения.–2008.–447 с.

17. Димо Б. В. Оцінка енергетичної ефективності теплових систем / Б. В. Димо, В. І. Пилипчак. – Київ.: Технології і ремонт. – 2008. – 137 с.

З М І С Т

Вступ.....	4
Т е м а 1. Основні поняття про автоматизацію технологічних процесів і виробництв (АТП і В).....	5
Л е к ц і я 1.....	5
1. Основні поняття та визначення термінів: автоматизація, процес, технологічний процес, виробництво.....	5
2. Класифікація технологічних процесів і виробництв в залежності від кратності обробки та основи переробки сировини.....	7
Л е к ц і я 2.....	10
1. Основні поняття про технологічний об'єкт управління (ТОУ).....	10
2. Класифікація систем автоматизації (СА) та основні елементи систем автоматичного управління (САУ).....	11
Л е к ц і я 3.....	15
1. Класифікація схем автоматизації технологічних процесів і виробництв (АТП і В).....	15
2. Умовні зображення технологічного обладнання, матеріальних потоків основних елементів та функцій САУ на схемах.....	16
Л е к ц і я 4.....	23
1. Короткий опис мікропроцесорного контролера.....	23
2. Короткий опис контрольно-вимірювальних приладів.....	25
Запитання для самостійної підготовки студентів за темою 1.....	30
Т е м а 2. Опис фрагментів автоматизації технологічних процесів і виробництв (АТП і В) та функцій, які необхідно реалізувати. Розробка схем фрагментів АТП і В та опис систем автоматичного управління (САУ) цих фрагментів	32
Л е к ц і я № 5.....	32

1. Опис фрагменту АТП і В фільтрування води та функцій, які необхідно реалізувати.....	32
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В фільтрування води та опис САУ цього фрагменту.....	36
Л е к ц і я 6.....	41
1. Опис фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та функцій, які треба реалізувати.....	41
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В очищення стічних вод каналізаційних споруд та опис САУ цього фрагменту.....	44
Л е к ц і я № 7.....	49
1. Опис фрагменту АТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря та функцій, які треба реалізувати.....	49
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В кондиціювання повітря з рециркуляцією повітря та опис САУ цього фрагменту	52
Л е к ц і я 8.....	56
1. Опис фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та функцій, які треба реалізувати.....	56
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В холодильних установок неавтономних кондиціонерів та опис САУ цього фрагменту	59
Л е к ц і я 9.....	63
1. Опис фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та функцій, які необхідно реалізувати.....	63
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В водогрійного котла потужністю до 3 Гкал/г та опис САУ цього фрагменту	66
Л е к ц і я 10.....	72
1. Опис фрагменту АТП і В енергоблоку теплової електростанції (ТЕС) та функцій, які необхідно реалізувати.....	72
2. Розробка схеми фрагменту АТП і В ТЕС та опис САУ цього фрагменту.....	76

Запитання для самостійної підготовки студентів за темою 2.....	81
Список літератури.....	91

Навчальне видання

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

І ВИРОБНИЦТВ

Текст лекцій

для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

Укладачі: БОБУХ Анатолій Олексійович

ПОДУСТОВ Михайло Олексійович

ДЗЕВОЧКО Олександр Михайлович

ДЕМЕНКОВА Світлана Дмитрівна

ПЕРЕВЕРЗЄВА Алевтина Миколаївна

Відповідальний за випуск *професор Красников І.Л.*

Роботу до видання рекомендував *професор Кондрашов С.І.*

В авторській редакції

План 2019 р., поз.148

Підп. до друку __.__.19. Формат 60х84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 5,9. Наклад 40 прим. Зам. №__. Ціна договірна.

Видавець НТУ "ХПІ", 61002, Харків вул. Кипичова, 2
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 от 21.08.2017 г.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні ФОП В.В. Петров
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб – підприємців.
Запис №24800000000106167 від 08.01.2009 р.
61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057)78-17-137.
e-mail: bookfabrik@mail.ua